

**VYSOKÁ ŠKOLA BÁŇSKÁ - TECHNICKÁ UNIVERZITA OSTRAVA**

**Hornicko-geologická fakulta**

**Institut environmentálního inženýrství**

**Hodnocení zdravotních rizik venkovního ovzduší**

**Bakalářská práce**

**Autor:**

**Denisa Indruchová**

**Vedoucí bakalářské práce:**

**RNDr. Alena Labodová, Ph.D.**

**Ostrava 2012**

**VŠB - TECHNICAL UNIVERSITY OF OSTRAVA**

**Faculty of mining and geology**

**Institute of environmental engineering**

**Health Risk Assessment in Outdoor Air**

**bachelor thesis**

**Author:**

**Denisa Indruchová**

**Supervisor:**

**RNDr. Alena Labodová, Ph.D.**

**Ostrava 2012**

VŠB - Technická univerzita Ostrava  
Hornicko-geologická fakulta  
Institut environmentálního inženýrství

## Zadání bakalářské práce

Student: **Denisa Indruchová**  
Studijní program: B2102 Nerostné suroviny  
Studijní obor: 3904R005 Environmentální inženýrství  
Téma: **Hodnocení zdravotních rizik venkovního ovzduší**  
Health Risk Assessment in Outdoor Air

### Zásady pro vypracování:

1. Úvod
2. Hodnocení zdravotních rizik
3. Legislativa ochrany ovzduší
4. Hodnocení výsledků měření PM10 a BaP
5. Závěr

### Seznam doporučené odborné literatury:

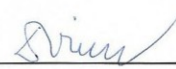
KOMÁREK, Lumír, et al. Manuál prevence v lékařské praxi [online]. Praha : [s.n.], 2003 [cit. 2011-11-02].  
ZÁKLADY HODNOCENÍ ZDRAVOTNÍCH RIZIK, s. . Dostupné z WWW:  
<<http://www.szu.cz/uploads/documents/czzp/manual/Manual%20souhrn-7.pdf>>  
TOMÁŠKOVÁ, Hana, et al. Odhad vlivu koncentrace PM10 na úmrtnost a nemocnost obyvatel Ostravy v průběhu smogových epizod. Hygiena 2011. 2011, 56(1), s. 5-10.  
Kotlík B., Keder J. and Kazmarová H., PMx - Seasonal and source type variations

Formální náležitosti a rozsah bakalářské práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

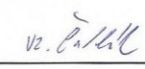
Vedoucí bakalářské práce: **RNDr. Alena Labodová, Ph.D.**

Datum zadání: 31.10.2011

Datum odevzdání: 30.04.2012

  
prof. Ing. Vojtech Dirner, CSc.  
vedoucí institutu



  
prof. Ing. Vladimír Slivka, CSc., dr.h.c.  
děkan fakulty

## **Prohlášení**

- Celou bakalářskou práci včetně příloh, jsem vypracovala samostatně a uvedla jsem všechny použité podklady a literaturu.
- Byla jsem seznámena s tím, že na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č.121/2000 Sb. - autorský zákon, zejména § 35 – využití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a využití díla školního a § 60 školní dílo.
- Beru na vědomí, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen VŠB-TUO) má právo nevýdělečně, ke své vnitřní potřebě, bakalářskou práci užít (§ 35 odst. 3).
- Souhlasím s tím, že jeden výtisk bakalářské práce bude uložen v Ústřední knihovně VŠB-TUO k prezenčnímu nahlédnutí a jeden výtisk bude uložen u vedoucího bakalářské práce. Souhlasím s tím, že údaje o bakalářské práci, obsažené v Záznamu o závěrečné práci, umístěném v příloze mé bakalářské práce, budou zveřejněny v informačním systému VŠB-TUO.
- Souhlasím s tím, že bakalářská práce je licencována pod Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 3.0 Unported licencí. Pro zobrazení kopie této licence, je možno navštívit <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/>
- Bylo sjednáno, že s VŠB-TUO, v případě zájmu o komerční využití z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona.
- Bylo sjednáno, že užít své dílo – bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu komerčnímu využití mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).

V Ostravě dne 26.4.2012

.....

Denisa Indruchová

Místopřísežně prohlašuji, že jsem celou práci vypracovala samostatně.

V Ostravě 26.4.2012

.....

podpis

## Poděkování

Na tomto místě bych chtěla poděkovat vedoucí bakalářské práce paní RNDr. Aleně Labodové, Ph.D. za vedení a připomínky k mé práci. Poděkování patří také celé mé rodině a zejména rodičům, kteří mne podporovali po celou dobu studia na vysoké škole.

## **Anotace**

Bakalářská práce je zaměřena na problematiku zdravotních rizik venkovního ovzduší. V úvodu je vysvětlen pojem zdravotního rizika, následně legislativa nařizující ochranu ovzduší a krajské programy, jejichž cílem je zlepšení kvality ovzduší v našem kraji. Hlavním cílem bakalářské práce je zhodnocení imisní koncentrace jednotlivých výsledků měření  $PM_{10}$  a B(a)P, naměřené na monitorovacích stanicích ZÚ Ostrava za období posledních 8 let a analýza rozdílů.

## **Klíčová slova**

B(a)P, imise,  $PM_{10}$ , zdravotní riziko

## **Summary**

The bachelor thesis is focused on health risks assessment in outdoor air. The introduction explains the concept of health risk, then legislation ordering air and regional programs aimed at improving air quality in our region.

The main objective is to evaluate the air quality concentrations of individual measurements of  $PM_{10}$  and B(a)P, measured at the monitoring stations of ZÚ Ostrava, for the last 8 years and analysis of the differences.

## **Keywords**

B(a)P, air pollution,  $PM_{10}$ , health risk

## Obsah

1. Úvod .....	1
2. Hodnocení zdravotních rizik .....	2
2.1 Identifikace nebezpečnosti.....	3
2.2 Vyhodnocení vztahu mezi dávkou a odpovědí-charakterizace rizika.....	4
2.2.1 Látky s prahovými účinky.....	4
2.2.2. Látky s bezprahovými účinky .....	5
2.3 Hodnocení expozice .....	6
2.4 Analýza zdravotních rizik .....	7
2.5 Specifické přístupy k analýze rizik u ovzduší.....	8
3. Legislativa ochrany ovzduší .....	8
3.1 Programy snižování emisí v Moravskoslezském kraji .....	11
4. Charakteristika PM <sub>10</sub> .....	14
4.1 Zdravotní rizika PM <sub>10</sub> .....	16
5. Charakteristika benzo(a)pyrenu .....	17
5.1 Zdravotní rizika B(a)P .....	18
6. Hodnocení výsledků měření PM <sub>10</sub> a B(a)P .....	19
6.1 Monitorovací stanice v MS kraji.....	19
6.2 Mariánské Hory.....	23
6.3 Přívoz.....	27
6.4 Radvanice.....	31
7. Závěr .....	39
8. Seznam použité literatury.....	40



### **Seznam použitých zkratk**

AMS	automatická měřicí stanice
B(a)P	benzo(a)pyren
ČHMÚ	Český hydrometeorologický ústav
EoI	Exchange of Information
ES	Evropské společenství
EU	Evropská unie
IARC	International Agency for Research on Cancer, Mezinárodní agentura pro výzkum rakoviny
IKO	Index kvality ovzduší
ISKO	Informační systém kvality ovzduší
KPSE	Krajský program snižování emisí
MSK	Moravskoslezský kraj
NPSE	Národní program snižování emisí
OZKO	Oblast se zhoršenou kvalitou ovzduší
PAH	Polycyclic aromatic hydrocarbons, polyaromatické uhlovodíky
PAU	Polyaromatické uhlovodíky
PM <sub>x</sub>	Particulate Matter
QSAR	Quantitative Structure-Activity Relationships
VOC	Volatile organic compounds, těkavé organické látky
WHO	World Health Organization, Světová zdravotnická organizace
ZÚ	Zdravotní ústav

## 1. Úvod

Každá lidská činnost je zdrojem rizik jak pro člověka, tak i pro životní prostředí. S rostoucím počtem činností se zvyšuje z nich plynoucí celkové riziko a toto riziko se může stát neúnosným. Je tedy nutné přijímat opatření, která sníží rizika na přijatelnou míru. Takováto opatření by měla být základem politiky státu v ochraně zdraví a životního prostředí. Aby mohly být cíle této politiky formulovány, je potřeba nalézt společensky přijatelné míry ekologických a zdravotních rizik (Provazník, Komárek, 2005).

Pod pojmem zdravotní riziko rozumíme pravděpodobnost poškození lidského zdraví účinkem expozice<sup>1</sup> člověka určitému faktoru a to buď faktoru chemickému, biologickému nebo fyzikálnímu (Provazník, Komárek, 2005).

Ekologické riziko znamená pravděpodobnost poškození jakéhokoliv rostlinného nebo živočišného druhu, společenstva druhů na různých trofických úrovních nebo na ekosystému (Provazník, Komárek, 2005).

Proces, jehož cílem je optimalizace rizika, se nazývá hodnocení a řízení rizik. První část tohoto procesu, jež se zabývá identifikací a charakterizací, popřípadě srovnáním rizik, přináší podklady potřebné pro druhou část procesu, ve kterém jsou přijímána opatření pro snížení rizik na únosnou míru, resp. jejich udržení na únosné míře (Provazník, Komárek, 2005).

První část procesu, tedy identifikaci a hodnocení rizik, můžeme chápat jako výhradně vědeckou činnost. Druhá část, řízení rizik vzhledem k možným dopadům, zahrnuje kromě vědeckých disciplín i aspekt politický (Provazník, Komárek, 2005).

Nedílnou součástí řízení rizika je komunikace a vnímání rizik. Komunikací se rozumí intenzivní, nepřetržitý a otevřený tok informací o průběhu a výsledcích hodnocení a řízení rizika mezi všemi složkami společnosti. Naopak vnímání rizika je názor těchto složek na jejich výsledky. Právě tyto dvě složky mohou rozhodujícím způsobem ovlivnit výsledky řízení rizik (Provazník, Komárek, 2005).

---

<sup>1</sup> Kontakt fyzikálního, chemického popřípadě biologického faktoru s vnějšími hranicemi organismu

Každý člověk denně provede mnoho rozhodnutí na základě zhodnocení rizika. Tato rozhodnutí se týkají rizik, která vznikají jako produkty lidské činností nebo jsou přírodními fenomény (Provazník, Komárek, 2005).

Hodnocení rizika je velmi důležitým postupem z mnoha důvodů. Níže uvedené dva důvody jsou však zvláště významné. Prvním důvodem je to, že výsledky hodnocení rizika jsou základem pro proces kontroly tohoto rizika při určování priorit a při důležitých politických rozhodováních. Druhým důvodem je jeho využití pro komunikaci rizika, tzn. pro poskytování informací veřejnosti (Provazník, Komárek, 2005).

## **2. Hodnocení zdravotních rizik**

Riziko je vyjádřeno jako pravděpodobnost, se kterou skutečně dojde za definovaných podmínek expozice k projevu nepříznivého účinku. V číselném vyjádření se tato pravděpodobnost může pohybovat od 0 (k poškození vůbec nedojde) do 1 (k poškození dojde ve všech případech). Riziko se rovná 0 pouze v případě, že expozice dané látky nenastává (je tedy nulová) (Provazník, Komárek, 2005).

Hodnocení rizika je postup, který využívá syntézu všech dostupných údajů podle současného vědeckého poznání pro určení druhu a stupně nebezpečnosti představovaného určitou látkou, dále pro určení, v jakém rozsahu byly, jsou nebo v budoucnu mohou být působení tohoto faktoru vystaveny jednotlivé skupiny populace a zahrnuje charakterizaci existujících či potenciálních rizik vyplývajících z uvedených zjištění (Provazník, Komárek, 2005).

Cílem celého procesu hodnocení rizika je shromáždění podrobnějších údajů o vlivu faktorů na zdraví exponované populace. Hodnocení zdravotních rizik je zejména u látek, pro které nejsou stanoveny hodnoty limit (imisní limity), prakticky jediným způsobem, jak posoudit zda se hladiny koncentrací škodlivin pohybují na společensky přijatelné úrovni, tj. v akceptovatelné míře zdravotního rizika. Imisní limity samy o sobě o míře ani typu účinku na zdraví nevypovídají. Výsledky hodnocení by měly být podkladem pro řízení rizika (Plachý et al., 2009).

Metodika hodnocení zdravotních rizik zahrnuje šest základních kroků, a to (Bednářová, 2007):

- ✓ identifikace nebezpečnosti
- ✓ určení vztahu dávka-odpověď
- ✓ hodnocení expozice
- ✓ charakterizace rizika
- ✓ řízení rizika
- ✓ komunikace rizika

Řízení rizika, je spolu s hodnocením rizika a komunikací o riziku, součástí analýzy zdravotního rizika. Řízení rizika zahrnuje určitá rozhodnutí k ochraně veřejného zdraví, kdy se bere do úvahy (Bednářová, 2007):

- ✓ odhad (zhodnocení) rizika
- ✓ stanovení postupů řízení rizik
- ✓ implementace rozhodnutí o řízení rizika v praxi
- ✓ monitoring a hodnocení efektivity přijatých postupů řízení rizika

Pod pojmem komunikace rizika, se rozumí intenzivní, nepřetržitý a otevřený tok informací o průběhu a výsledku hodnocení a řízení rizika mezi všemi složkami společnosti (Provazník, Komárek, 2005).

## **2.1 Identifikace nebezpečnosti**

Určení nebezpečnosti je prvním krokem v procesu hodnocení rizika. Zahrnuje sběr a vyhodnocení dat o možných typech poškození zdraví, která mohou být vyvolána danou látkou a o podmínkách expozice, za kterých k těmto poškozením dochází. K tomuto účelu je využíváno následujících metodických postupů: analýz havarijních situací majících za následek poškození zdraví nebo složek životního prostředí, pokusy na laboratorních zvířatech, pokusy na izolovaných orgánech, tkáních a buněčných systémech, vztah mezi

strukturou látek a jejich účinky (QSAR analýza)<sup>2</sup> a epidemiologických studií, případně pokusy na dobrovolnících. Údaje z těchto zdrojů jsou kriticky hodnoceny za účelem zjistit, zda sledovaná látka vykazuje nepříznivé účinky pro člověka či životní prostředí (Provazník, Komárek, 2005).

## **2.2 Vyhodnocení vztahu mezi dávkou a odpovědí-charakterizace rizika**

Tato část procesu hodnocení rizika popisuje kvantitativní vztahy mezi dávkou a rozsahem nepříznivého účinku (poškození, nemoc). Cílem je získání základních parametrů pro kvantifikaci rizika, tj. pravděpodobnost míry poškození (Provazník, Komárek, 2005).

Vztah dávky a účinku zahrnuje úvahu o toxických účincích látky při různé dávce. Při vyhodnocování vztahu dávky a účinku se obvykle používá metoda, která zahrnuje užití faktoru nebezpečnosti (Provazník, Komárek, 2005).

V procesu charakterizace rizika existují přístupy prospektivní (predikční) a retrospektivní. V případě predikčních metod, patří mezi parametry určující velikost rizika: koncentrace látky, délka expozice, rozměr odpovědi a vážnost účinku. První dvě proměnné charakterizují expozici. Z velikosti koncentrací, doby a časování expozice lze odhadnout dávky. Další dvě proměnné lze odvodit z procesu hodnocení účinků ([www.genasis.cz](http://www.genasis.cz)).

Rozlišujeme dva základní typy účinků, a to účinek prahový a bezprahový.

### **2.2.1 Látky s prahovými účinky**

V případě chemických látek, které se vyznačují jiným než karcinogenním účinkem, se předpokládá, že existuje řada fyziologických, adaptačních a reparačních procesů, prostřednictvím kterých se organismus úspěšně vyrovnává s expozicí nejrozumnějším toxickým agens. Teprve po překročení kapacity fyziologických, detoxikačních a reparačních obranných mechanismů organismu se začnou projevovat toxické účinky. Předpokládá se tedy existence prahové dávky. Lze identifikovat dávku škodlivé látky, která je pro organismus člověka ještě bezpečná a za normálních okolností nevyvolá nepříznivý efekt. Protože jedno agens, resp. směs různých agens může mít řadu různých účinků,

---

<sup>2</sup> Quantitative Structure-Activity Relationships

obvykle se metody odhadování rizika soustřeďují na tzv. kritický účinek, za který se považuje obvykle ten, který je pozorován při nejnižších expozičních úrovních. Předpokládá se, že když se nedostaví kritický účinek, expozice (dávka) je natolik nízká že se nedostaví ani jiné účinky vyžadující dávku větší než účinek kritický. Kritický škodlivý účinek zjišťujeme u nejvíce citlivého živočišného druhu při nejnižších dávkách (Provazník, Komárek, 2005).

### 2.2.2. Látky s bezprahovými účinky

Neexistuje žádná koncentrace, pod kterou by působení dané látky bylo nulové, jakákoliv expozice znamená určité riziko a velikost tohoto rizika se zvyšuje se zvyšující se expozicí. Hodnocení rizik spojených s karcinogeny nemůže být založeno na existenci prahové dávky (Kazmarová, 2008).

Nejrozšířenější metodou k vyhodnocení vztahu mezi dávkou a účinkem látky s bezprahovými účinky je využití faktoru směrnice. Obecně se faktorem směrnice rozumí biologický možný okraj odhadu pravděpodobnosti vzniku zhoubného novotvaru vztažený na jednotku průměrné denní dávky přijímané po celý život. Takto definovanou hodnotu je pak možné snadno použít k odhadu horního okraje celoživotního rizika, který je výsledkem celoživotní expozice určité úrovně danému agens (Provazník, Komárek, 2005).

#### Jednotka rizika

Úroveň karcinogenních účinků může být vyjádřena jako riziko vztažené na jednotkovou koncentraci látky v prostředí, v kterém dochází ke kontaktu s látkou inhalační cestou. Tomuto ukazateli se říká jednotka rizika. Výpočet je dán podílem faktoru směrnice (SF) a tělesné hmotnosti (70 kg) a n násobkem denního objemu inhalovaného vzduchu (20m<sup>3</sup>/den). Vztahuje se na celoživotní inhalaci dané koncentrace látky (Provazník, Komárek, 2005).

Jednotka rizika pro ovzduší = riziko na µg/m<sup>3</sup>

$$= SF \times 1/70\text{kg} \times 20 \text{ m}^3/\text{den} \times 10^{-3} \text{ (Provazník, Komárek, 2005).}$$

Při charakterizaci karcinogenního rizika musíme znát velikost expoziční dávky a faktor směrnice pro chemickou látku. (Provazník, Komárek, 2005) Jednotka karcinogenního

rizika je vyjádřena jako riziko na jednotku koncentrace látky v médiu, které přichází do kontaktu s člověkem. Charakterizujícím parametrem je faktor směrnice vztahu dávka odpověď (Bednářová, 2007).

### 2.3 Hodnocení expozice

Expozice se dá vyjádřit mnoha definicemi. Často je definována jako funkce koncentrace a času, tzn. událost, kdy dojde ke kontaktu člověka s polutantem o specifické koncentraci v prostředí po určitý časový interval (Bednářová, 2007). Také je chápána jako kontakt dané chemické látky s vnějšími hranicemi organismu. Podle WHO<sup>3</sup> se jedná o kontakt chemického, fyzikálního nebo biologického agens s vnějšími hranicemi organismu. Hodnocení expozice je proces měření nebo odhadování velikosti, frekvence a trvání expozice člověka chemické látce (nebo jinému faktoru) v prostředí, případně odhad budoucí expozice látkám, které ještě v prostředí nejsou. (Provazník, Komárek, 2005). Je tedy třeba brát v úvahu následující aspekty (Provazník, Komárek, 2005):

- ✓ jaký faktor se hodnotí (chemická látka, fyzikální faktor, biologický faktor)
- ✓ jaká je délka expozice (jak dlouho)
- ✓ jaká je intenzita expozice (jak mnoho)
- ✓ jaká je frekvence expozice (jak často)

Čas a prostor hrají významnou roli při hodnocení expozice a to z několika důvodů. Člověk může být dané škodlivé látce exponován po různou dobu a v různé intenzitě v průběhu celého života, a to v závislosti na jeho činnosti a pohybu v prostoru. Trvání expozice i frekvence expozice jsou faktory, které mohou významně ovlivnit zdravotní účinky (Provazník, Komárek, 2005).

Pro hodnocení expozice je důležité její sledování jak v krátkém tak i v dlouhém časovém intervalu. Čas mezi expozicí a účinkem je různý v širokém rozmezí od okamžitého nástupu účinku ihned po expozici až po desítky let latence.<sup>4</sup> Cílem hodnocení expozice je identifikovat a kvantifikovat chemické, fyzikální a biologické agens, které mohou negativně působit na lidské zdraví. Expozice potenciálně škodlivým faktorům může vyústit

---

<sup>3</sup> World Health Organization

<sup>4</sup> Doba mezi expozicí a projevem účinku

v široké spektrum zdravotních účinků počínaje dyskomfortem, poruchami funkcí, poškozením, nemocí až smrtí (Provazník, Komárek, 2005).

Hodnocení expozice je pravděpodobně nejobtížnější ale současně také klíčový krok při hodnocení rizika, popisující zdroje, cesty, velikost a trvání expozice dané populace sledovanému faktoru (Provazník, Komárek, 2005).

Metody hodnocení expozice:

- ✓ přímé
  - ✓ biologický monitoring
  - ✓ osobní monitoring
- ✓ nepřímé
  - ✓ dotazník
  - ✓ expoziční scénář
  - ✓ monitorování prostředí (Provazník, Komárek, 2005)

## **2.4 Analýza zdravotních rizik**

Hodnocení zdravotních rizik je nedílnou součástí rozhodovacích procesů v otázkách posuzování vlivu faktoru prostředí na zdraví člověka. Jak již bylo uvedeno dříve, jedná se o systematické postupné vyhodnocování faktorů, které mohou vyvolat nežádoucí zdravotní účinek u člověka (Provazník, Komárek, 2005).

Konečným cílem hodnocení zdravotních rizik je připravit co nejkvalitnější a pokud možno srozumitelné podklady pro řízení rizik a pro komunikaci s odbornou širokou veřejností (Provazník, Komárek, 2005).

Postup hodnocení zdravotních rizik z prostředí zahrnuje vyhodnocení údajů o lokalitě, jíž se hodnocení týká, a to z hlediska geografického, průmyslové či jiné zátěže. Dále určení látek či faktorů, jejichž zdravotní riziko je nutno zvažovat. Identifikaci a vyhodnocení expozičních cest a následně určení expozice a odhad jejich možných zdravotních důsledků. Nakonec formulaci závěrů a doporučení s ohledem na výši rizika (Provazník, Komárek, 2005).



## 2.5 Specifické přístupy k analýze rizik u ovzduší

Je prokázáno, že znečištění ovzduší, hraje významnou roli např. u chronických obstrukčních plicních onemocnění, nádorů plic či alergií. Pro ovzduší je charakteristické, že k expozici látkám přítomným v ovzduší dochází prakticky neustále. Krom kontinuální expozice je nutno zvažovat také vliv epizodických expozic v období inverzí, kdy koncentrace škodlivin v ovzduší důsledkem meteorologických podmínek dramaticky stoupá. Nejvíce poznatků o vlivu ovzduší na zdraví pochází právě ze studia těchto extrémních krátkodobě působících inverzních situací (Bednářová, 2007).

Základní kontaminanty ovzduší (ozon, VOC<sup>5</sup>, PM<sub>x</sub>, atd.) jsou z toxikologického hlediska dobře charakterizovány. (Provazník, Komárek, 2005). Při sledování vztahů mezi znečištěním ovzduší a zdravím je výběr vhodného indikátoru značně obtížný. Sleduje se mortalita a morbidita, akutní a chronické symptomy respiračního traktu, poruchy plicních funkcí, nádory plic (Provazník, Komárek, 2005).

## 3. Legislativa ochrany ovzduší

V této části mé práce, jsou uvedeny a rozebrány stávající právní předpisy související s problematikou imisí a emisí a jejich použitelností při ochraně ovzduší. Legislativa upravuje množství emitovaných škodlivin prostřednictvím různých nástrojů, ovšem podstatné jsou imisní limity, které se týkají zdraví obyvatel.

Imisí, je dle Zákona č. 86/2002Sb., o ochraně ovzduší, znečištění ovzduší vyjádřené hmotnostní koncentrací znečišťující látky nebo stanovené skupiny znečišťujících látek. Imisním limitem je hodnota nejvýše přípustné úrovně znečištění ovzduší vyjádřená v jednotkách hmotnosti na jednotku objemu při normální teplotě a tlaku (20°C, 101,325kPa). Emisí je, dle téhož zákona, vnášení jedné nebo více znečišťujících látek do životního prostředí. Emisní limit je nejvýše přípustné množství znečišťující látky nebo stanovené skupiny znečišťujících látek nebo pachových látek vypouštěné do ovzduší ze zdroje znečišťování ovzduší vyjádřené jako hmotnostní koncentrace znečišťující látky v odpadních plynech nebo hmotnostní tok znečišťující látky za jednotku času nebo

---

<sup>5</sup> Volatile organic compound

hmotnost znečišťující látky vztažená na jednotku produkce nebo lidské činnosti nebo jako počet pachových jednotek na jednotku objemu nebo jako počet částic znečišťující látky na jednotku objemu.

Právo na příznivé životní prostředí je českým právním řádem uznáno jako jedno ze základních občanských a lidských práv (Leil, 2007). Ochranou ovzduší se v naší legislativě zabývá Zákon č. 86/2002 Sb. o ochraně ovzduší, a o změně některých dalších zákonů, ve znění jeho pozdějších předpisů. Hlavním předmětem tohoto zákona je stanovení práv a povinností osob, působnosti správních úřadů při ochraně vnějšího ovzduší před vnášením znečišťujících látek lidskou činností. Zákon také stanovuje podmínky pro další snižování množství vypouštěných znečišťujících látek působících nepříznivým účinkem na život a zdraví lidí a zvířat, na životní prostředí nebo na hmotný majetek.

Zákon č. 258/2000 Sb., o ochraně veřejného zdraví, ve znění platných předpisů, vychází z platných předpisů ES a mimo jiné upravuje práva a povinnosti fyzických a právnických osob v oblasti ochrany a podpory veřejného zdraví.

Účelem zákona č. 76/2002 Sb., ve znění platných předpisů, o integrované prevenci a omezování znečištění, o integrovaném registru znečišťování a o změně některých zákonů (zákon o integrované prevenci) je dosáhnout vysoké úrovně ochrany životního prostředí jako celku, zabezpečit integrovaný výkon veřejné správy při povolování provozu zařízení a zřídit a provozovat integrovaný registr znečišťování životního prostředí.

Zákon č. 25/2008 Sb., o integrovaném registru znečišťování životního prostředí a integrovaném systému plnění ohlašovacích povinností v oblasti životního prostředí a o změně některých zákonů, ve znění pozdějších předpisů, upravuje integrovaný registr znečišťování životního prostředí ve formě veřejně přístupného informačního systému úniků a přenosů znečišťujících látek, jehož výstupy jsou součástí registru úniků a přenosů znečišťujících látek na úrovni Evropských společenství.

Zákon o ochraně ovzduší upřesňuje a doplňuje tyto prováděcí předpisy:

Vyhláška č. 373/2009 Sb., ve znění platných předpisů, kterou se stanoví hodnoty zvláštních imisních limitů znečišťujících látek, ústřední regulační řád a způsob jeho provozování včetně seznamu stacionárních zdrojů podléhajících regulaci, zásady pro vypracování a provozování krajských a místních regulačních řádů a způsob a rozsah zpřístupňování

informací o úrovni znečištění ovzduší veřejnosti v souladu s právem Evropských společenství.

Nařízení vlády č. 597/2006 Sb., o sledování a vyhodnocování kvality ovzduší. V tomto nařízení jsou uvedeny platné imisní limity pro ochranu zdraví. Sleduje se úroveň znečišťujících látek v ovzduší a toto zjištěné množství se porovnává s požadavky na kvalitu ovzduší (Morávek, 2007).

*Tabulka 1 Imisní limit pro PM<sub>10</sub> dle NV č.597/2006Sb.*

Znečišťující látka	Doba průměrování	Imisní limit [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]
PM <sub>10</sub>	24 hodin	50 max. 35x za rok
	kalendářní rok	40

Jak vyplývá z výše uvedené tabulky 1, je pro suspendované částice PM<sub>10</sub> stanoven roční imisní limit 40  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  a denní imisní limit 50  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . U denního imisního limitu je maximální přípustná doba překročení 35x za kalendářní rok.

Pro B(a)P je NV stanoven cílový imisní 1  $\text{ng}/\text{m}^3$  a tento cílový imisní limit by měl být splněn do 31. 12. 2012.

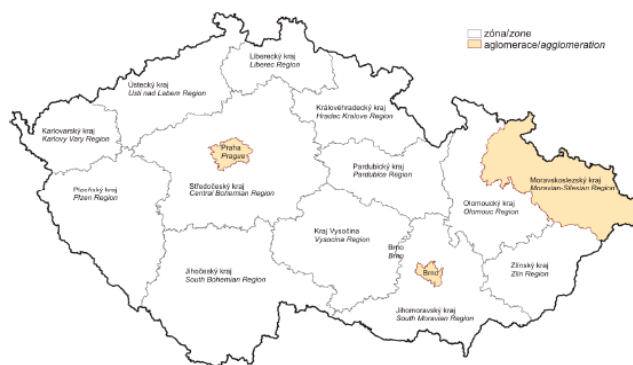
*Tabulka 2 Cílový imisní limit pro B(a)P dle NV č.597/2006Sb.*

Znečišťující látka	Doba průměrování	Cílový imisní limit [ $\text{ng}/\text{m}^3$ ]
B(a)P	Kalendářní rok	1

V řízení kvality ovzduší vychází naše legislativa z rámcové směrnice Rady 96/62/ES, o posuzování a řízení kvality vnějšího ovzduší. Obecným účelem této směrnice o kvalitě ovzduší je definovat a stanovit cíle pro kvalitu vnějšího ovzduší ve Společenství, jejichž smyslem je zabránit a předcházet škodlivým účinkům na lidské zdraví a životní prostředí jako celek nebo tyto účinky snižovat, posuzovat kvalitu vnějšího ovzduší v členských státech na základě společných metod a kritérií, získávat odpovídající

informace o kvalitě vnějšího ovzduší a zajišťovat přístupnost informací veřejnosti, udržovat kvalitu vnějšího ovzduší tam, kde je dobrá, a v ostatních případech ji zlepšovat ([www.szu.cz](http://www.szu.cz)).

Směrnice EU pro kvalitu ovzduší, požadují po členských státech rozdělit území do jednotlivých zón<sup>6</sup> a aglomerací<sup>7</sup>, přičemž tyto zóny a aglomerace jsou především chápány jako základní jednotky pro řízení kvality ovzduší. Směrnice pak zejména specifikují požadavky na posuzování, tedy klasifikaci zón z hlediska kvality ovzduší. V ČR byly stanoveny tři aglomerace, a to aglomerace hlavní město Praha, Brno a Moravskoslezský kraj. Důsledkem vymezení těchto aglomerací je, že v nich bude hodnocení kvality ovzduší stanovováno především na základě pravidelného a kvalitního měření. Ostatní kraje ČR byly určeny jako zóny (Ostatnická et al., 2011).



Obrázek 1 Vymezení zón a aglomerací v ČR zdroj:portal.chmi.cz [31]

### 3.1 Programy snižování emisí v Moravskoslezském kraji

MSK patří již dlouhou dobu k regionům s nejhorší kvalitou ovzduší. V souladu s platnou legislativou, zde byla postupně uplatněna řada nástrojů, jejichž cílem bylo zlepšení kvality ovzduší. I přes všechna úsilí zde přesto dochází ke vzniku velmi nepříznivých imisních situací, které negativně působí na zdraví značné části obyvatelstva (Lorenčuková, 2010).

V této části jsou shrnuty základní cíle programů MS kraje, které mají vést ke zlepšení kvality ovzduší.

<sup>6</sup>Území vymezené MŽP pro účely sledování a řízení kvality ovzduší;

<sup>7</sup>Sídelní seskupení, v němž žije nejméně 350 000 obyvatel, vymezené MŽP pro účely sledování a řízení kvality ovzduší.

Významným nástrojem kraje, který má přispět ke zmírnění dopadů na zdraví a pohodu obyvatel, zejména v ostravsko-karvinské aglomeraci, je **krajský regulační řád**. Tento řád významně posiluje možnost kraje omezit množství emisí prachu, které jsou vypouštěny některými provozovateli, v období zhoršené kvality ovzduší, tedy v době tzv. smogových stavů<sup>8</sup>. V ostravsko-karvinské aglomeraci podléhají, při překročení imisních limitů pro koncentraci PM<sub>10</sub>, regulačnímu řádu stacionární zdroje v provozovnách ArcelorMittal Ostrava a.s. - závod 10 koksovna; ArcelorMittal Ostrava a.s. - závod 13 ocelárna; EVRAZ VÍTKOVICE STEEL, a.s.; OKK Koksovny, a.s. - Koksovna Svoboda; TŘINECKÉ ŽELEZÁRNY, a. s. - Koksochemická výroba; TŘINECKÉ ŽELEZÁRNY, a. s. - Ocelářenská výroba; ŽDB GROUP a.s. - Ocelárna; ŽDB GROUP a.s. - Topenářská technika Viadrus ([www.iszp.kr-moravskoslezsky.cz](http://www.iszp.kr-moravskoslezsky.cz)).

### **Krajský program snižování emisí Moravskoslezského kraje (KPSE)**

Tento program se shoduje s Národním programem snižování emisí (NPSE) v oblasti cílů, které jsou buď identické (dodržování imisních limitů), nebo odvozené (doporučené hodnoty krajských emisních stropů) (Kotyza, Bruščík 2011).

Základním cílem tohoto programu je omezování emisí těch znečišťujících látek (či jejich prekurzorů), u kterých bylo zjištěno překračování imisních limitů a stabilizace emisí těch znečišťujících látek, u kterých k překračování imisních limitů nedochází (Kotyza, Bruščík, 2011).

Obecně tedy dosažení doporučených hodnot krajských emisních stropů k roku 2010, a dále omezování emisí znečišťujících látek, jejichž imisní limity jsou v zájmové oblasti překračovány, zejména tedy PM<sub>10</sub> (Plachý et al., 2009).

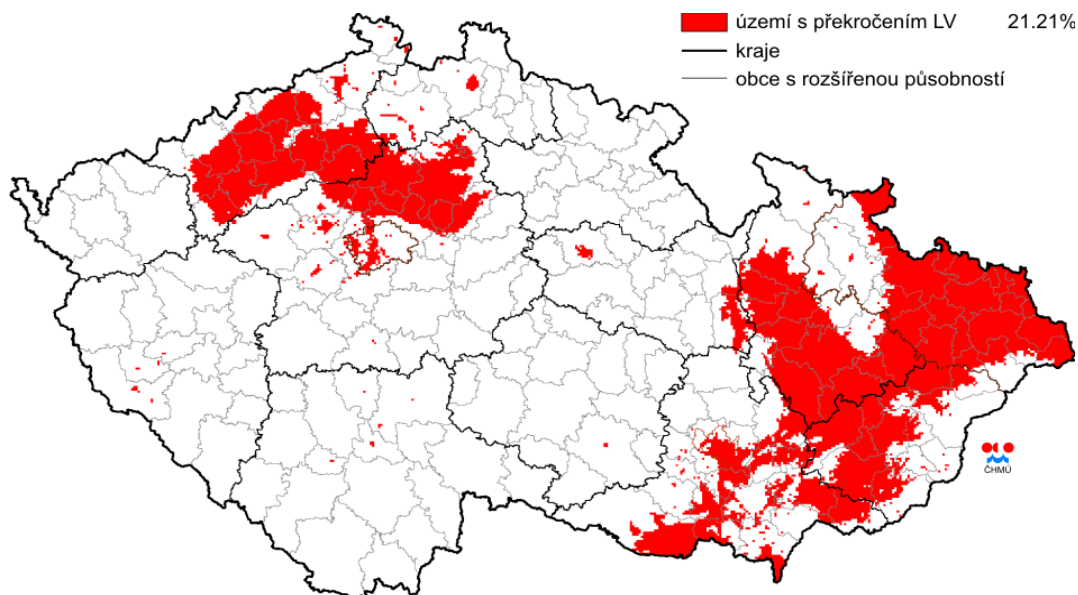
Naplněním KPSE Moravskoslezského kraje dojde k omezení emisí ze zdrojů znečišťování ovzduší, tímto dojde ke zlepšení kvality ovzduší v kraji a ke snížení počtu oblastí se zhoršenou kvalitou ovzduší (Plachý et al., 2009).

Zvýšené koncentrace PM<sub>10</sub> a B(a)P jsou hlavním důvodem, proč je velká část Moravskoslezského kraje vyčleněna jako „oblast se zhoršenou kvalitou ovzduší

---

<sup>8</sup> Stav mimořádně znečištěného ovzduší, kdy úroveň znečištění ovzduší znečišťující látkou překročí zvláštní imisní varovný limit (§8, 86/2002Sb).

(OZKO)“([www.mzp.cz](http://www.mzp.cz)). Tento pojem zavedl v roce 2002 Zákon č.86/2002 Sb., o ochraně ovzduší. Zjednodušeně se tedy jedná o vymezenou část území, kde je překročena hodnota jednoho nebo více legislativou stanovených imisních limitů pro znečišťující látky.



*Obrázek 2 Mapa s vyznačením oblastí se zhoršenou kvalitou ovzduší vzhledem k imisním limitům pro ochranu zdraví, 2010 zdroj: [www.chmi.cz](http://www.chmi.cz) [23]*

**Krajský integrovaný program ke zlepšení kvality ovzduší** byl vydán nařízením MSK č.1/2009 (Věstník právních předpisů MSK, 1/2009).

Globálním cílem Krajského integrovaného programu ke zlepšení kvality ovzduší MSK je zajistit na celém území aglomerace MSK kvalitu ovzduší splňující zákonem stanovené požadavky (imisní limity a cílové imisní limity). Mezi cíle vyžadující ochranu patří exponované obyvatelstvo žijící v oblastech s překročenými hodnotami imisních limitů a cílových imisních limitů stanovených pro ochranu lidského zdraví (Věstník právních předpisů MSK, 1/2009).

Ke specifickým cílům tohoto programu patří především snížení imisní zátěže znečišťujícími látkami (především  $PM_{10}$ ), a to pod úroveň stanovenou platnými imisními limity v lokalitách, kde jsou tyto limity překračovány (Věstník právních předpisů MSK, 1/2009).

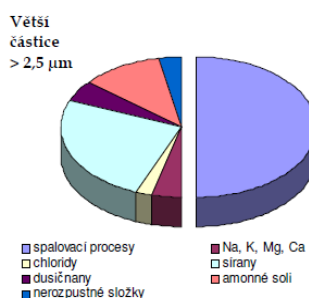
Celkovou prioritou programu je mimo jiné, snížení imisní zátěže suspendovanými částicemi velikostní frakce  $PM_{10}$ , benzenem a B(a)P (Věstník právních předpisů MSK, 1/2009).

#### 4. Charakteristika PM<sub>10</sub>

Atmosférický aerosol, odborné označení suspendovaných částic frakce PM<sub>10</sub> v literatuře, je všudypřítomnou složkou atmosféry Země. Je definován jako soubor tuhých, kapalných nebo směsných částic o velikosti v rozsahu 1 nm - 100 µm, které se významně podílí na důležitých atmosférických dějích, jako např. vznik srážek nebo teplotní bilance Země. Z hlediska zdravotního působení atmosférického aerosolu na člověka, byly definovány velikostní skupiny aerosolu označované jako PM<sub>x</sub><sup>9</sup>, které obsahují částice o velikosti menší než x µm. Běžně se rozlišují PM<sub>10</sub>, PM<sub>2,5</sub> a PM<sub>1,0</sub> (www.irz.cz).

Jedná se o částice, které projdou velikostně-selektivním vstupním filtrem vykazujícím pro aerodynamický průměr 10 µm odlučovací účinnost 50% (Kazmarová, 2009).

Složení částic se sice liší, ale existuje určitý, pro ně typický, poměr hlavních složek u tzv. městského prachu (Kazmarová, Kotlík, 2005).



**Obrázek 3 Zastoupení jednotlivých hlavních složek** zdroj: www.szu.cz [9]

Tyto částice mají zásadité pH, jsou z větší části nerozpustné, podléhají rychlé sedimentaci během minut až hodin s přenosem řádově do kilometrových vzdáleností. Z hlediska toxikologických účinků patří k jejich významné vlastnosti sorbovat na svém povrchu jiné prvky (těžké kovy) nebo sloučeniny, z nichž velmi rizikové, zejména pro lidský organismus, jsou polycyklické aromatické uhlovodíky (PAH)<sup>10</sup> (Fara et al., 2003).

---

<sup>9</sup> Particulate Matter

<sup>10</sup> Polycyclic Aromatic Matter

Podle hledisek Světové zdravotnické organizace WHO jsou škodlivé účinky tuhých látek v ovzduší posuzovány buď jako krátkodobé nebo dlouhodobé. U účinků krátkodobých se potvrzuje, že vliv částic velikostní frakce  $PM_{2,5}$  je větší než částic frakce  $PM_{10}$ , a to zejména proto, že na jemnější frakce jsou vázány sulfáty a látky silně kyselého charakteru. Podle některých studií u dlouhodobých účinků tuhých látek v ovzduší, došlo WHO k závěru, že dlouhodobá expozice vede ke snížení věku dožití o 1 až 2 roky (Fara et al., 2003).

WHO dále stanovila limitní hodnotu negativního působení suspendovaných částic frakce  $PM_{10}$  na organismus, a to  $20 \mu g/m^3$  (Krejčí, 2011).

Znečištění ovzduší suspendovanými částicemi frakce  $PM_{10}$ , zůstává jedním z hlavních problémů zajištění kvality ovzduší (Ostatnická et al., 2011).

Mezi původce imisního zatížení suspendovanými částicemi patří spalovací procesy, technologické procesy (např. výroba kovů, stavební činnost) a mechanické procesy (např. víření usazeného prachu, obrus pneumatik). Při všech těchto uvedených procesech vznikají primární částice. Jedná se tedy o částice, které jsou emitovány přímo ze zdrojů antropogenních, ale také přírodních (Věstník právních předpisů MSK, 1/2009).

Naopak sekundární částice vznikají v ovzduší na základě probíhajících chemických a fyzikálních procesů. Do ovzduší se také dostávají resuspenzí<sup>11</sup> důsledkem lidské činnosti nebo meteorologických faktorů (Kazmarová, Kotlík, 2005).

Současné koncentrace částic velikostní frakce  $PM_{10}$  v ovzduší ČR jsou vzhledem k jejich závažnosti ve vztahu k lidskému zdraví a míře expozice populace nadlimitním koncentracím vážným problémem. Z pravidelně publikovaných hodnocení, prováděných Úsekem ochrany čistoty ovzduší Českého hydrometeorologického ústavu je zřejmé, že každoročně je nadlimitním koncentracím exponovaná značná část populace, zejména v MSK (Maznová et al., 2009).

---

<sup>11</sup> Zvířením již dříve emitovaných částic



#### 4.1 Zdravotní rizika PM<sub>10</sub>

Vliv suspendovaných částic, vyskytujících se v ovzduší, na lidské zdraví je považován za jeden z nejzávažnějších environmentálních problémů posledního desetiletí (Váňa et al., 2007). Suspendované částice PM<sub>10</sub> mají významné zdravotní důsledky, které se projevují již při velmi nízkých koncentracích bez zřejmé spodní hranice bezpečné koncentrace. Zdravotní rizika částic ovlivňuje jak jejich koncentrace, tak velikost, tvar ale i chemické složení.

Částice frakce PM<sub>10</sub> pronikají do dolních partií cest dýchacích, pod hrtan, a bývají proto nazývány thorakálními frakcemi (Kazmarová, Kotlík, 2005). Zatěžují samočisticí schopnosti plic ([www.khsova.cz](http://www.khsova.cz)).

Při akutním působení částic, může dojít k podráždění sliznic dýchací soustavy, zvýšené produkci hlenu apod. Tyto změny mohou způsobit snížení imunity a zvýšení náchylnosti k onemocnění dýchací soustavy. Opakující se onemocnění mohou vést ke vzniku chronické bronchitidy a kardiovaskulárním potížím. Dlouhodobé vystavení působení částic může vést ke vzniku chronické bronchitidy nebo ke zkrácení očekávané délky života (Ostatnická et al., 2011).

Efekt krátkodobě zvýšených koncentrací suspendovaných částic PM<sub>10</sub> se projevuje zvýrazněním symptomů u astmatiků a zvýšením celkové nemocnosti ale také úmrtnosti a to i kojenecké. Nárůst celkové nemocnosti se projevuje zejména při onemocněních srdce a cév. Citlivou skupinou jsou především malé děti, staří lidé a osoby s chronickým onemocněním dýchacího a oběhového ústrojí. Toto je ale současně podmíněno a ovlivněno mnoha dalšími významnými faktory, mezi něž např. patří expozice v pracovním prostředí, kouření, stav imunitního systému, apod. Z výsledků epidemiologických studií vychází, že k ovlivnění nemocnosti a úmrtnosti dochází již při nízké úrovni expozice (Kazmarová, 2010).

Dle různých epidemiologických studií, provedených WHO a vztažených ke zvýšení průměrné denní koncentrace PM<sub>10</sub> o 10 µg/m<sup>3</sup>, uvádí Směrnice pro kvalitu ovzduší v Evropě, zvýšení celkové úmrtnosti o 0,74%. Zaznamenán byl také nárůst hospitalizací z důvodů respiračních onemocnění o 0,8% a zvýšení počtu lidí trpících podrážděním dolních cest dýchacích o 3,2% (Kazmarová, 2010).

Mezi účinky dlouhodobě zvýšených koncentrací patří snížení plicních funkcí u dětí i dospělých, zvýšení nemocnosti na onemocnění dýchacího ústrojí a výskytu symptomů chronického zánětu průdušek, zkrácení délky života hlavně z důvodu vyšší úmrtnosti na choroby srdce a cév a pravděpodobně i na rakovinu plic. Tyto účinky suspendovaných částic frakce  $PM_{10}$  bývají uváděny i při průměrných ročních koncentracích nižších než  $30 \mu g/m^3$  (Kotlík et al., 2009).

Současné kvantitativní závěry o účincích suspendovaných částic na lidské zdraví vycházejí především z výsledků epidemiologických studií WHO za posledních 15 let. Mezi nejčastěji popisované efekty patří již zmíněné ovlivnění nemocnosti a úmrtnosti, ke kterým dochází již při velmi nízké úrovni expozice (Kazmarová, 2010).

Na základě průměrné koncentrace suspendovaných částic frakce  $PM_{10}$ , zjištěné v roce 2010 v městském prostředí, je možné odhadnout, že v důsledku znečištění ovzduší  $PM_{10}$ , byla celková úmrtnost navýšena o 2,9 %. Vzhledem k rozmezí průměrných ročních koncentrací této škodliviny, se odhad podílu předčasně zemřelých, v důsledku znečištění ovzduší  $PM_{10}$ , na celkovém počtu zemřelých pohybuje od 1% v městských lokalitách bez dopravní zátěže až po 12 % v nejvíce průmyslem a dopravou zatížených lokalitách. Při celkovém počtu 106,8 tisíc zemřelých obyvatel ČR v roce 2010 lze z uvedených dat odhadnout, že počet předčasných úmrtí, na kterých se podílela expozice suspendovaným částicím frakce  $PM_{10}$ , se pohyboval v rozmezí 1 888 do 16 252 osob (Kazmarová, 2010).

## **5. Charakteristika benzo(a)pyrenu**

Za hlavní příčinu, kterou se B(a)P dostává do ovzduší, je považováno jednak nedokonalé spalování fosilních paliv v mobilních ale i stacionárních zdrojích, ale také technologické provozy zabývající se výrobou koksu nebo železa. Mobilními zdroji jsou především automobily se vznětovými motory, stacionárními zdroji jsou především lokální domácí topeniště (Ostatnická et al, 2011).

Doba setrvání B(a)P v atmosféře kolísá od 10 minut až do 72 dnů (Kazmarová, 2010). Pokud jsou emitovány při spalovacích procesech, jsou schopné transportu atmosférou na velké vzdálenosti. Stopy těchto látek byly zjištěny také na velmi odlehlých místech Země ([www.izv.cz](http://www.izv.cz)).

PAU, mezi něž B(a)P řadíme, se vyznačují schopností přetrvávat a kumulovat se ve složkách prostředí a organismech. Nejproblematictější vlastností PAU je tedy jejich perzistence neboli odolnost vůči přirozeným rozkladným procesům. Patří mezi endokrinní disruptory<sup>12</sup> (Šerý, 2011).

Expozice B(a)P :

- ✓ dietární expozice
- ✓ kouření a pasivní kouření
- ✓ vnitřní ovzduší
- ✓ venkovní ovzduší (Šebáková et al., 2012)

Přípravou grilovaných, uzených a na ohni pečených pokrmů je lidské tělo vystavenou expozici PAU. Potravou přijímáme denně 50-290 ng, ze vzduchu 20 ng (Šebáková et al., 2012). Významným zdrojem B(a)P jsou cigarety. Jedna vykouřená cigareta vnese do kuřákovu organismu přibližně 25 ng této látky. Pro člověka kouřícího přibližně 20 cigaret denně, představuje tato jeho neřest ekvivalentní expozici B(a)P, jako kdyby se celý den pohyboval v prostředí, kontaminovaném touto látkou, o koncentraci 20 ng/m<sup>3</sup> (www.irz.cz). Nejen aktivní kuřáci, ale také pasivní osoby v zakouřených místnostech, jsou vystaveny expozici B(a)P. Pobyt v zakouřené místnosti může zvýšit příjem B(a)P asi o 10 ng za každou hodinu strávenou v zakouřené místnosti (Šebáková et al., 2012).

### 5.1 Zdravotní rizika B(a)P

B(a)P řadíme z hlediska klasifikace karcinogenity (dle IARC<sup>13</sup>) do skupiny 1, jedná se tedy o prokázaný karcinogen (Kazmarová, 2010). Tato látka se může do těla dostat vdechnutím, riziko je prokázáno také při dermální expozici. Expozice může vést k ohrožení zdravého vývoje plodu, podráždění až popálení kůže. Opakované expozice způsobují ztenčení a popraskání pokožky (www.irz.cz).

---

<sup>12</sup>Látky exogenního původu, které mohou způsobit interakci s endokrinním systémem, tzn. mohou změnit funkci endokrinních systému, což má za následek nežádoucí účinky na zdraví organismu, případně i na jeho potomstvo

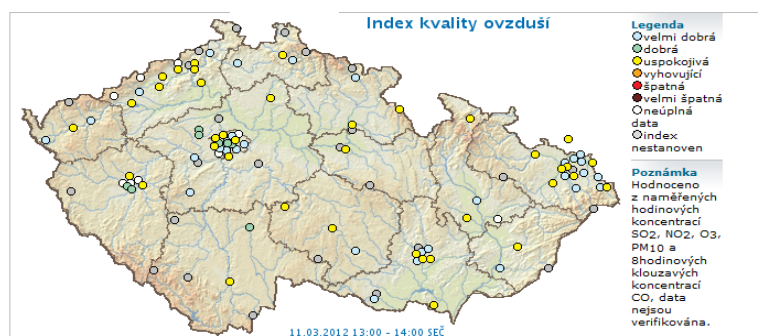
<sup>13</sup> International Agency for Research on Cancer

## 6. Hodnocení výsledků měření $PM_{10}$ a B(a)P

Jedním ze způsobů, kterým komplexně hodnotíme kvalitu ovzduší, je Index kvality ovzduší (IKO). Hodnocení stavu ovzduší je prováděno na základě výsledků měření hmotnostních koncentrací látek v ovzduší. Hodnocení zohledňuje možný vliv imisí na zdravotní stav obyvatelstva (Kotlík, 2001).

Stupnice IKO je rozdělená do šesti úrovní kvality ovzduší:

- ✓ čisté ovzduší- zdraví příznivé ovzduší
- ✓ vyhovující ovzduší- zdravé ovzduší
- ✓ mírně znečištěné ovzduší- zdravotně přijatelné
- ✓ znečištěné ovzduší- ohrožující citlivé osoby
- ✓ silně znečištěné- ohrožující celou populaci
- ✓ velmi silně znečištěné- zdraví škodlivé (Kotlík, 2001)



Obrázek 4 Mapa Index kvality ovzduší zdroj: [www.chmi.cz](http://www.chmi.cz) [29]

Informační systém kvality ovzduší (ISKO) shromažďuje a zpřístupňuje k dalšímu zpracování naměřená data z významných sítí monitorujících látky znečišťující ovzduší. Spolu s daty jsou v této databázi uložena i metadata o lokalitách, ve kterých se měření provádělo. Metadata obsahují také klasifikaci stanic podle metodiky pro výměnu informací EoI (viz. níže tabulka 3) (Ostatnická, Novák, 2007).

### 6.1 Monitorovací stanice v MS kraji

Měření suspendovaných částic v MS kraji probíhá dvěma základními způsoby a to na manuálních a automatických měřicích stanicích.

Na manuálních stanicích se vzorek odebírá spojitou filtrací venkovního ovzduší přes filtrační materiál. Zachycené množství částic, se pak stanovuje gravimetricky, tzn. rozdílem hmotností filtru před a po expozici. Na automatických měřicích stanicích (AMS), provozovaných ČHMÚ se v MSK používá radiometrická metoda (Blažek et al., 2008). Tato metoda je založena na absorpci beta záření ve vzorku zachyceném na filtračním materiálu. Z rozdílu absorpce beta záření mezi exponovaným a neexponovaným filtračním materiálem, který je úměrný hmotnosti zachyceného prашného aerosolu, je odvozen údaj o jeho koncentraci (Fiala et al., 2002).

V provozu jsou také čtyři specializované stanice ČHMÚ označené jako dopravní hotspot<sup>14</sup>, v Ostravě se nachází na ulici Českobratrská (Ostatnická et al., 2011).

ZÚ se sídlem v Ostravě monitoruje kvalitu vnějšího ovzduší pomocí stacionárních manuálních a mobilních automatických měřicích stanic. Podstatný rozdíl mezi stacionárními a imobilními stanicemi je hlavně v technických možnostech mobilních jednotek, zvláště pak v rozsahu měření, odběrech vzorků k laboratornímu vyšetření a automatizaci měření. Měřicí místa, na kterých jsou stanice umístěny, jsou vybírána tak, aby splňovala základní účel monitoringu, tzn. zjistit průměrnou, popř. maximální expozici pro většinu obyvatel města (Bílek et al., 2005).

Státní imisní síť v ČR, provozovaná ČHMÚ, je průběžně aktualizována podle požadavků platných směrnic EU a zákonů ČR (Váňa et al., 2007).

### **Klasifikace stanic dle EoI**

Klasifikace dle EoI<sup>15</sup>, vycházející z Rozhodnutí Evropské komise 2001/752/EC, stanovila základní typy stanic, a to (Ostatnická et al., 2011):

Dopravní (T)- stanice je přímo ovlivněná dopravou, umístěná do 50 m od komunikace s velkou intenzitou dopravy, stanice by měla reprezentovat linii v co nejdelší délce, poloměr reprezentativnosti stanice zde nelze správně použít. Reprezentativnost se určuje pomocí délky komunikace (centrum města více než 100 m, předměstí více než 1000 m).

---

<sup>14</sup> Stanice orientované výhradně na dopravu

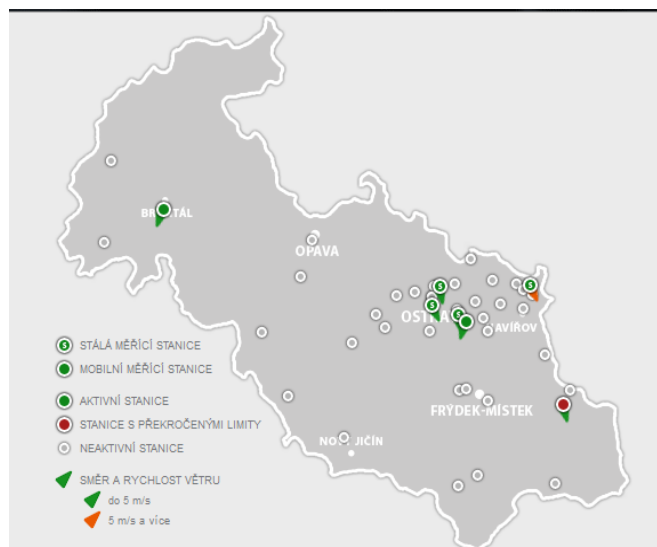
<sup>15</sup> Exchange of Information

Průmyslová (I)- stanice, jež je přímo ovlivněná průmyslem, umístěná v areálu továrny nebo v místě předpokládaného zásahu vlečkou ze zdrojů zpravidla v převládajícím směru větru. Poloměr reprezentativnosti stanice je uváděn v hodnotách 10-100 m.

Pozad'ová (B)- stanice v nezatížených lokalitách, měřicí pozadí regionů, měst a průmyslových oblastí. Rozhodujícím kritériem by mělo být, že stanice není přímo ovlivněna žádným zdrojem. Poloměr reprezentativnosti stanice se zde liší podle typu oblasti a to u stanic městských (U) a předměstských (S) více než 1-1,5 km a u stanic venkovských (R) více než 5 až asi 60 km (v ČR se většinou pohybuje od 10 do 20 km). Venkovské stanice se člení do podkategorií na příměstské (NCI), umístěné ve venkovských oblastech ve vzdálenosti 3-10 km od zastavěných oblastí a jiných významných zdrojů, s poloměrem reprezentativnosti větším než asi 5 km. Regionální, (REG), umístěné ve venkovských oblastech ve vzdálenosti 10-50 km od zastavěných oblastí a jiných významných zdrojů s poloměrem reprezentativnosti větším než asi 20 km. A nakonec podkategorie odlehlá (REM), umístěná ve venkovských, přírodních oblastech v minimální vzdálenosti 50 km od zastavěných oblastí a jiných významných zdrojů, poloměr reprezentativnosti je větší než asi 60 km (Ostatnická et al., 2011).

**Tabulka 3 Klasifikace stanic dle EoI zdroj: <http://chmi.cz> [24]**

Typ stanice		Typ oblasti		Charakteristika oblasti	
Dopravní	(T)	Městská	(U)	Obytná	(R)
Průmyslová	(I)	Předměstská	(S)	Obchodní	(C)
Pozad'ová	(B)	Venkovská	(R)	Průmyslová	(I)
				Zemědělská	(A)
				Přírodní	(N)
				Obytná/obchodní	(RC)
				Obchodní/průmyslová	(CI)
				Průmyslová/obytná	(IR)
				Obytná/obchodní/průmyslová	(RCI)
				Zemědělská/přírodní	(AN)



Obrázek 5 Stacionární a mobilní měřicí stanice MS kraje zdroj: [www.ims-msk.cz](http://www.ims-msk.cz) [21]

V mé práci jsem se zaměřila na zhodnocení výsledků měření z monitorovacích stanic v Ostravě-Přívoze, Mariánských Horách a Radvanicích, jež se nacházejí v průmyslových částech města. Lokality jsou ovlivněny v první řadě průmyslovou produkcí, dále zplodinami z dopravy, ale také zplodinami z lokálních topenišť. V tabulce 4 jsou uvedeny základní informace o těchto stanicích. V uvedených tabulkách a grafech jsou prezentovány údaje za období let 2004-2011. Všechna data uvedená v mé práci, jsou publikována se souhlasem ZÚ.

Tabulka 4 Základní informace o monitorovacích stanicích

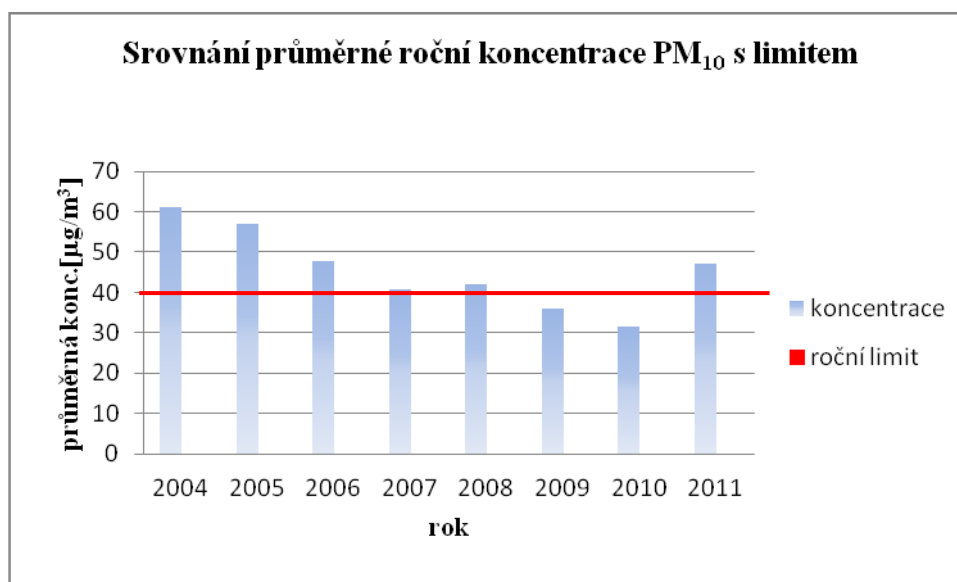
Lokalita	Číslo	Kód	Vlastník	Typ	Klasifikace	Látky
Ostrava Přívoz	-	-	ZÚ	Kombinované měření	-	PM <sub>10</sub> , B(a)P
Ostrava Radvanice	1650	TORE	ZÚ spoluúčast SMO	Kombinované měření	I/S/IR	PM <sub>10</sub> , B(a)P
Ostrava Mariánské Hory	1649	TOMH	ZÚ spoluúčast SMO	Kombinované měření	I/U/IR	PM <sub>10</sub> , B(a)P

Zdroj: [chmi.cz](http://chmi.cz) [7]

## 6.2 Mariánské Hory

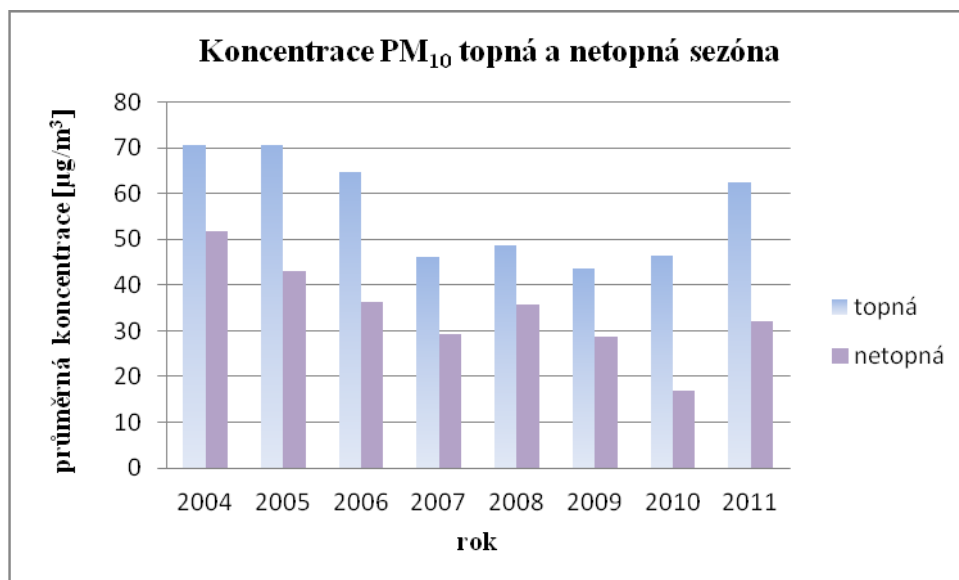
Tabulka 5 Vybrané imisní charakteristiky  $PM_{10}$  Mariánské Hory

	PM <sub>10</sub> Mariánské Hory							
	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Aritmetický průměr[ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	61	57	48	41	42	36	32	47
Počet překročení denního limitu	180	170	104	84	89	65	77	102
Max.denní koncentrace[ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	241	278	213	216	156,1	126,4	250,2	222

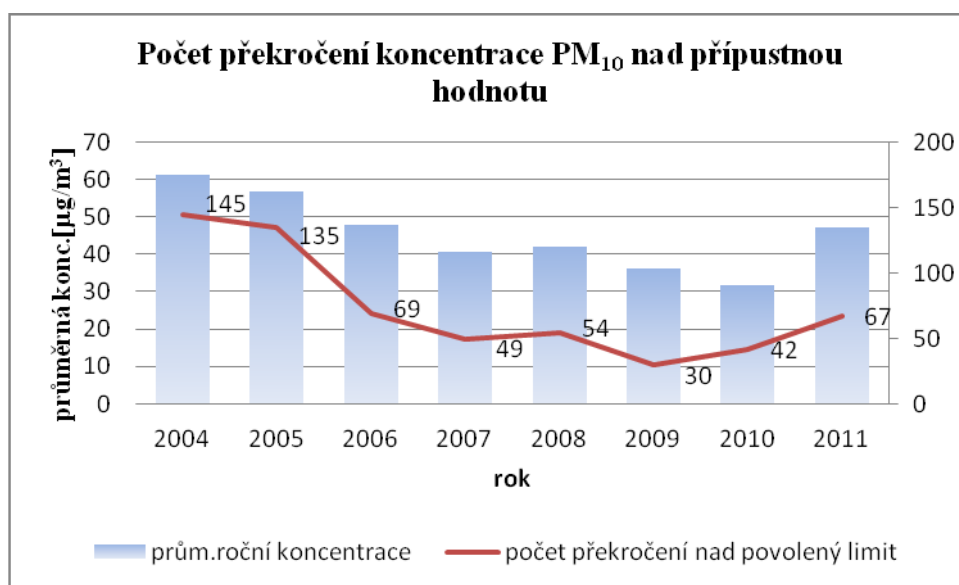


Graf 1 Mariánské Hory: srovnání průměrných ročních koncentrací  $PM_{10}$  s ročním limitem





Graf 2 Mariánské Hory: srovnání průměrných koncentrací PM<sub>10</sub> v topné a netopné sezóně



Graf 3 Mariánské Hory: počet překročení koncentrace PM<sub>10</sub> nad přípustnou hodnotu

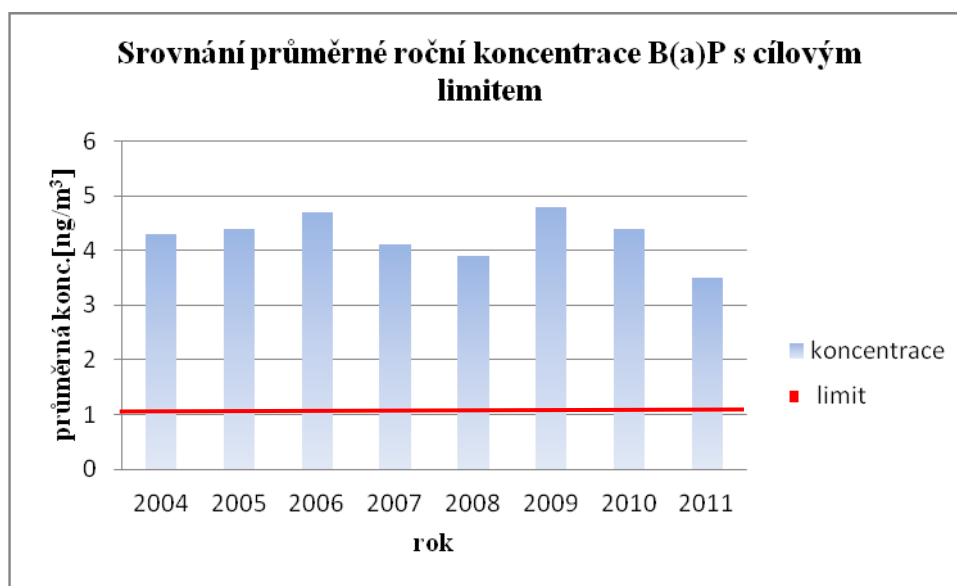
V tabulce 5 jsou uvedeny průměrné roční koncentrace PM<sub>10</sub> na monitorovací stanici v Ostravě-Mariánských horách naměřené v letech 2004-2011. Pohybovaly se v rozmezí od 32 µg/m<sup>3</sup> do 61 µg/m<sup>3</sup>. Z grafu 1 je patrné, že v letech 2004-2008 ale také v roce 2011, byl roční imisní limit 40 µg/m<sup>3</sup> překročen. Přípustný počet 35 překročení denního limitu 50 µg/m<sup>3</sup> byl na této stanici překročen nejmenším počtem 30 x v roce 2009 a maximum překročení nastalo v roce 2004 a to počtem 145, jak je patrné v grafu 3. Nejvyšší

maximální denní koncentrace  $278 \mu\text{g}/\text{m}^3$  byla naměřena v roce 2005, nejnižší maximální denní koncentrace  $126,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$  v roce 2009. Značné rozdíly v prašnosti jsou patrné v průběhu topné a netopné sezóny. Především v topné sezóně dochází k překračování denního imisního limitu, jak je viditelné v grafu 2. Průměrné koncentrace v topné sezóně dosahovaly hladiny od  $43,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$  do  $70,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Naopak v netopné sezóně se průměrné koncentrace pohybovaly od  $16,9 \mu\text{g}/\text{m}^3$  do  $51,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

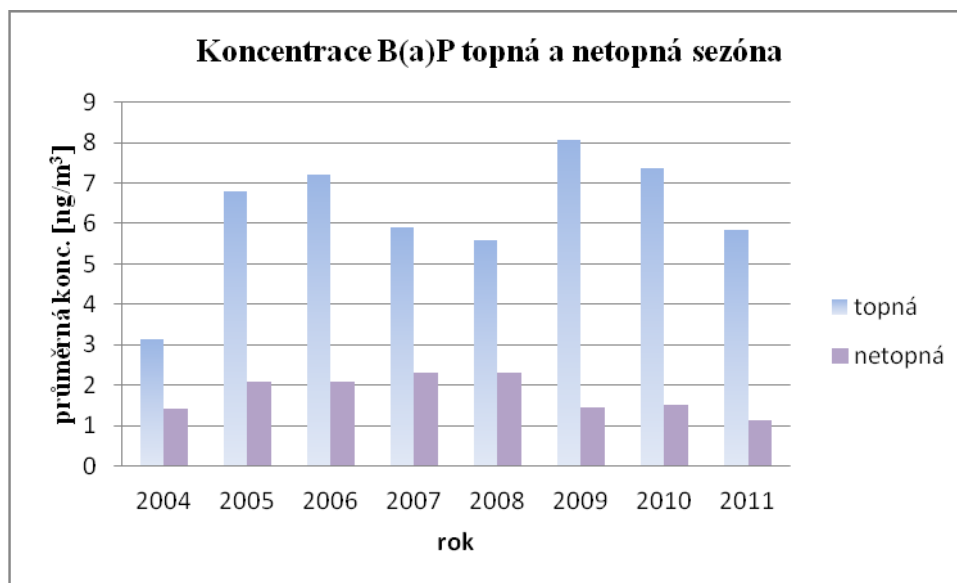
Z průměrných ročních koncentrací prachu frakce  $\text{PM}_{10}$  znázorněných v grafu 1 je patrné, že hladina prašnosti má v posledních letech snižující se trend. V roce 2011 byl zaznamenán nárůst koncentrace oproti minulým letům.

*Tabulka 6 Výbrané imisní charakteristiky B(a)P Mariánské hory*

	B(a)P Mariánské hory							
	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Aritmetický průměr [ $\text{ng}/\text{m}^3$ ]	4,3	4,4	4,7	4,1	3,9	4,8	4,4	3,5
Max.denní koncentrace [ $\text{ng}/\text{m}^3$ ]	12,5	29,8	53,4	28,3	58	45	21	26



*Graf 4 Mariánské Hory: srovnání průměrných ročních koncentrací B(a)P s cílovým limitem*



*Graf 5 Mariánské Hory: srovnání koncentrací B(a)P v topné a netopné sezóně*

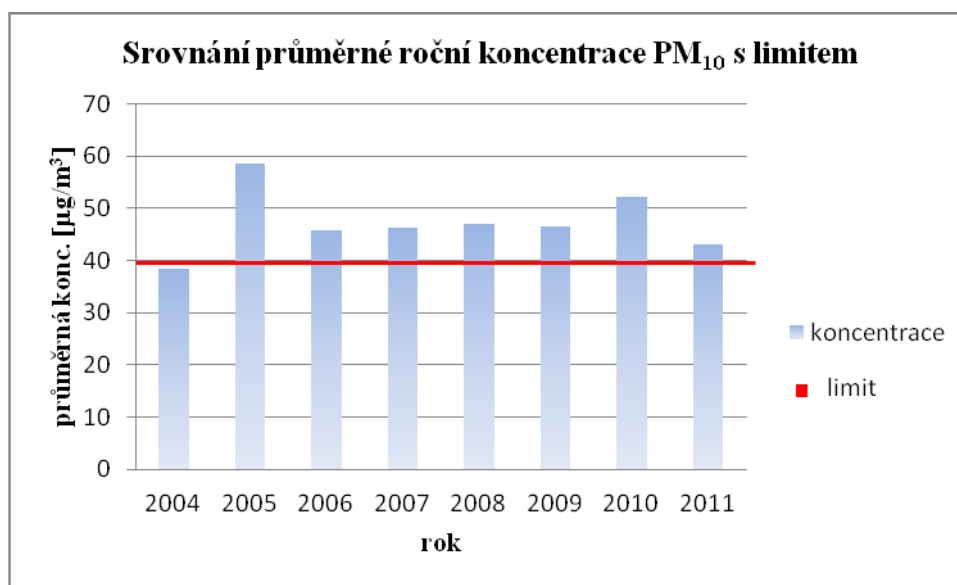
Průměrné roční koncentrace B(a)P v letech 2004-2011 se na této monitorovací stanici pohybovaly v rozmezí od 3,5 ng/m<sup>3</sup> do 4,8 ng/m<sup>3</sup> a jsou uvedeny v tabulce 6. Jak je viditelné v grafu 4, ve všech mnou hodnocených letech byl cílový imisní limit 1 ng/m<sup>3</sup> překročen. Nejvyšší maximální denní koncentrace 58 ng/m<sup>3</sup> byla naměřena v roce 2008, nejnižší maximální denní koncentrace 12,5 ng/m<sup>3</sup> v roce 2004. Značné rozdíly v koncentraci B(a)P jsou patrné v grafu 5 a to během topné a netopné sezóny. Průměrné koncentrace v topné sezóně dosahovaly hladiny od 3,15 ng/m<sup>3</sup> do 8,01 ng/m<sup>3</sup>. Tímto byl roční cílový limit mnohonásobně překročen. Naopak v netopné sezóně se průměrné koncentrace pohybovaly od 1,13 ng/m<sup>3</sup> do 2,3 ng/m<sup>3</sup>.

V lokalitě Mariánských Hor má pravděpodobně největší vliv na zvýšené koncentrace v ovzduší průmyslový komplex Vítkovic. Do roku 2010 možný vliv koksovny Jan Šverma.

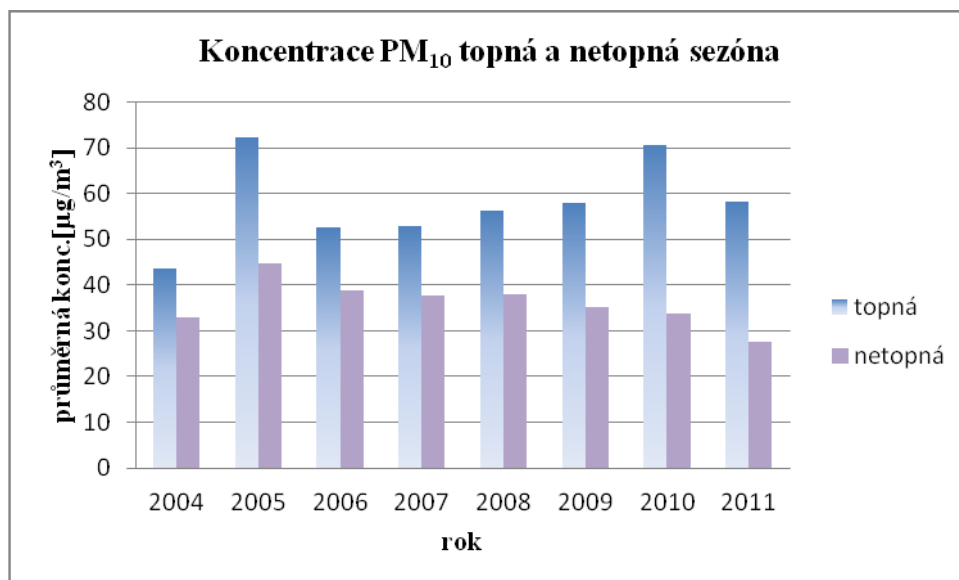
### 6.3 Přívoz

Tabulka 7 Vybrané imisní charakteristiky  $PM_{10}$  Přívoz

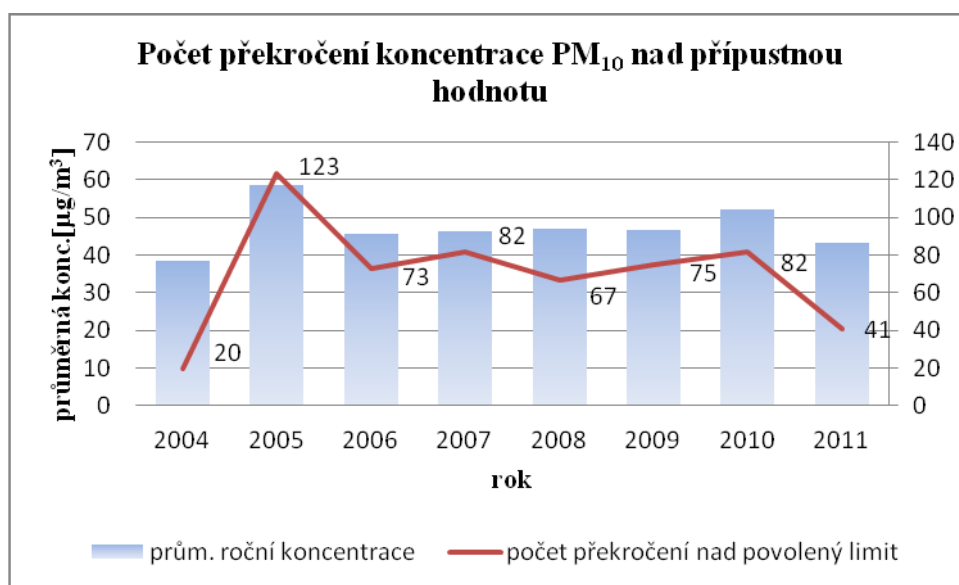
	$PM_{10}$ Přívoz							
	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Aritmetický průměr [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	38,4	58,5	45,7	46,3	47,1	46,5	52,2	43,1
Počet překročení denního limitu	55	158	108	117	102	110	117	76
Max.denní koncentrace [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	153	374,8	223,1	180,2	211	240,8	336	228



Graf 6 Přívoz: srovnání průměrných ročních koncentrací  $PM_{10}$  s ročním limitem



*Graf 7 Přívoz: srovnání průměrných koncentrací PM<sub>10</sub> v topné a netopné sezóně*



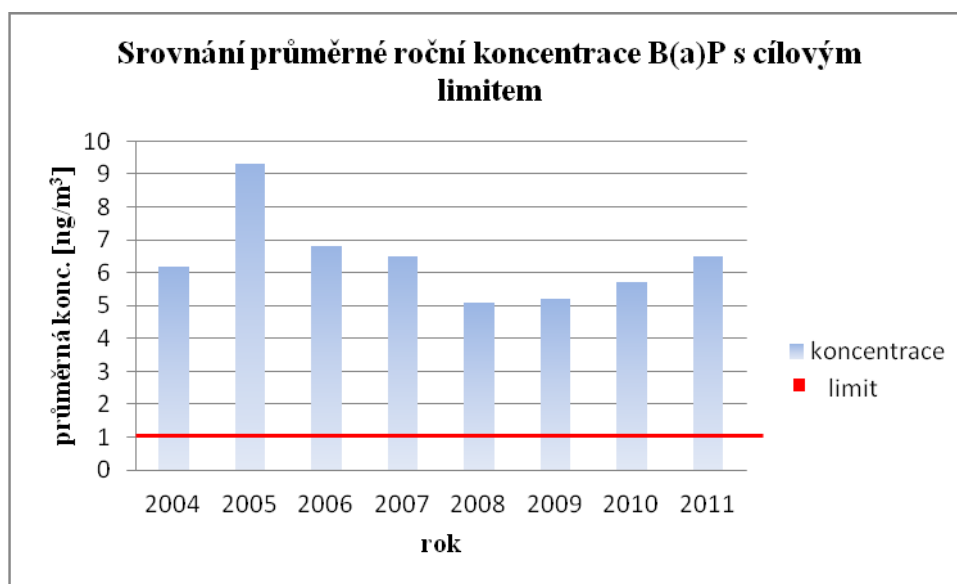
*Graf 8 Přívoz: počet překročení koncentrace PM<sub>10</sub> nad přípustnou hodnotu*

Průměrné roční koncentrace PM<sub>10</sub> v letech 2004-2011, uvedené v tabulce 7, se na monitorovací stanici v Ostravě-Přívoze pohybovaly v rozmezí od 38,4 µg/m<sup>3</sup> do 58,5 µg/m<sup>3</sup>. Z grafu 6 je patrné překročení ročního imisního limitu 40 µg/m<sup>3</sup> v letech 2005-2011. Přípustná hodnota překročení denního limitu 35 x za rok, byla podle grafu 8 překročena nejmenším počtem 20 x v roce 2004 a maximum překročení nad přípustnou hodnotu nastalo v roce 2005 a to počtem 123. Nejvyšší maximální denní koncentrace

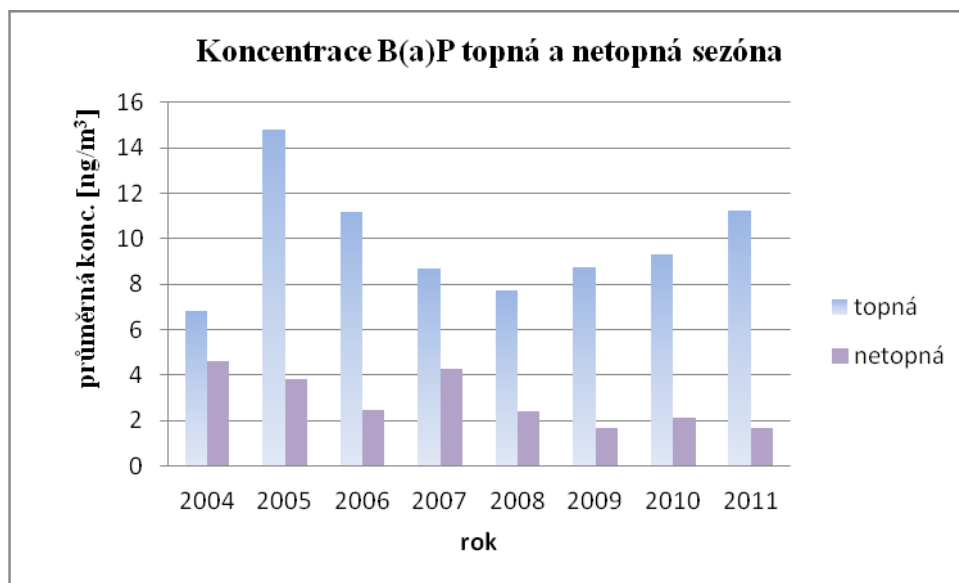
374,8  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  byla naměřena v roce 2005, nejnižší maximální denní koncentrace 153  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  v roce 2004. Značné rozdíly v prašnosti jsou patrné během topné a netopné sezóny. V topné sezóně docházelo opakovaně k překračování denního imisního limitu. Průměrné koncentrace v topné sezóně dosahovaly hladiny od 43,7  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  do 72,2  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Naopak v netopné sezóně se průměrné koncentrace pohybovaly od 27,7  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  do 44,9  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Srovnání koncentrací topných a netopných sezón je uvedeno v grafu 7.

Tabulka 8 Vybrané imisní charakteristiky B(a)P Přívoz

	B(a)P Přívoz							
	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Aritmetický průměr[ng/m <sup>3</sup> ]	6,2	9,3	6,8	6,5	5,1	5,2	5,7	6,5
Max.denní koncentrace[ng/m <sup>3</sup> ]	27,4	27,8	56,2	36,1	34,0	130,0	29,0	54,0



Graf 9 Přívoz: srovnání průměrné roční koncentrace B(a)P s cílovým limitem



*Graf 10 Přívoz: srovnání průměrných koncentrací B(a)P v topné a netopné sezóně*

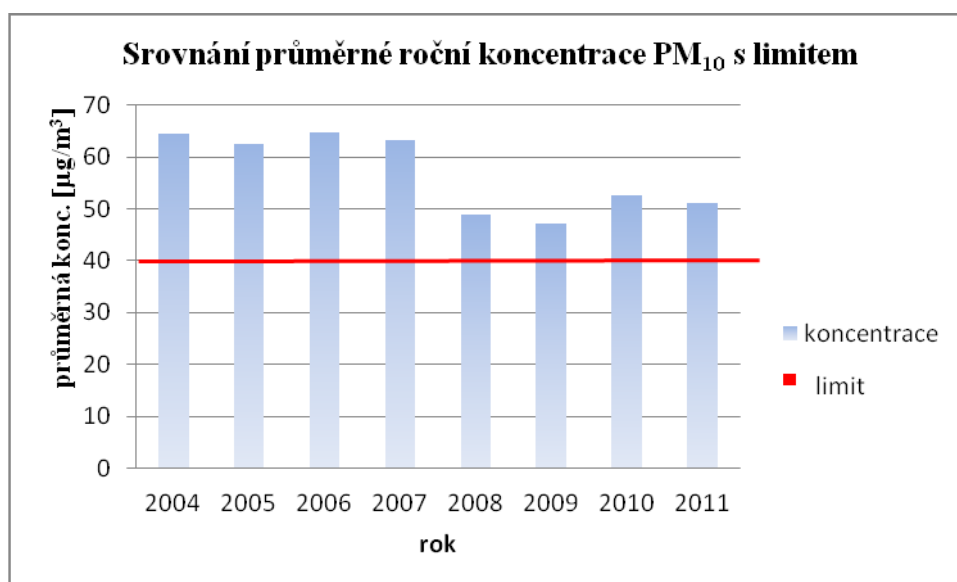
Průměrné roční koncentrace B(a)P, zaznamenané v tabulce 8, se pohybovaly v rozmezí od 5,1 ng/m<sup>3</sup> do 9,3 ng/m<sup>3</sup>. Z grafu 9 je možné vyčíst, že ve všech sledovaných letech byl cílový imisní limit 1 ng/m<sup>3</sup> několikanásobně překročen. Nejvyšší maximální denní koncentrace 130 ng/m<sup>3</sup> byla naměřena v roce 2009, nejnižší maximální denní koncentrace 27,4 ng/m<sup>3</sup> v roce 2004. Značné rozdíly v koncentraci B(a)P jsou patrné v grafu 10 během topné a netopné sezóny. Průměrné koncentrace v topné sezóně dosahovaly hladiny od 6,83 ng/m<sup>3</sup> do 14,8 ng/m<sup>3</sup>. Naopak v netopné sezóně se průměrné koncentrace pohybovaly od 1,67 ng/m<sup>3</sup> do 4,6 ng/m<sup>3</sup>.

Přívoz je pravděpodobně ovlivněn koksovnou Svoboda, BorsodChem MCHZ, s.r.o. a lokálními topeništi domácností.

## 6.4 Radvanice

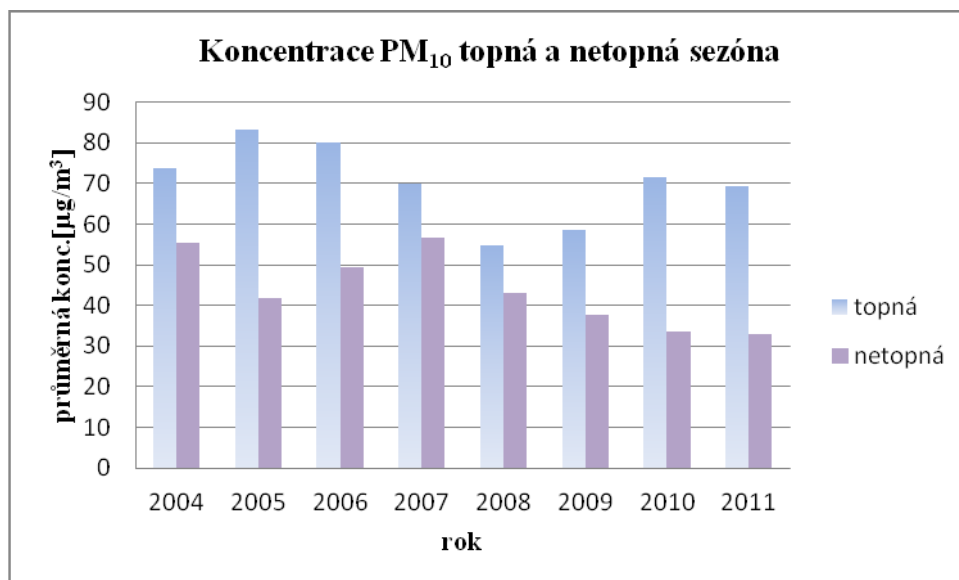
Tabulka 9 Vybrané imisní charakteristiky  $PM_{10}$  Radvanice

	PM <sub>10</sub> Radvanice							
	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Aritmetický průměr[ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	64,5	62,6	64,7	63,3	48,8	47,2	52,5	51,1
Počet překročení denního limitu	165	179	180	197	109	73	148	131
Max.denní koncentrace[ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	206	273	326	220	171	180,3	383,3	212

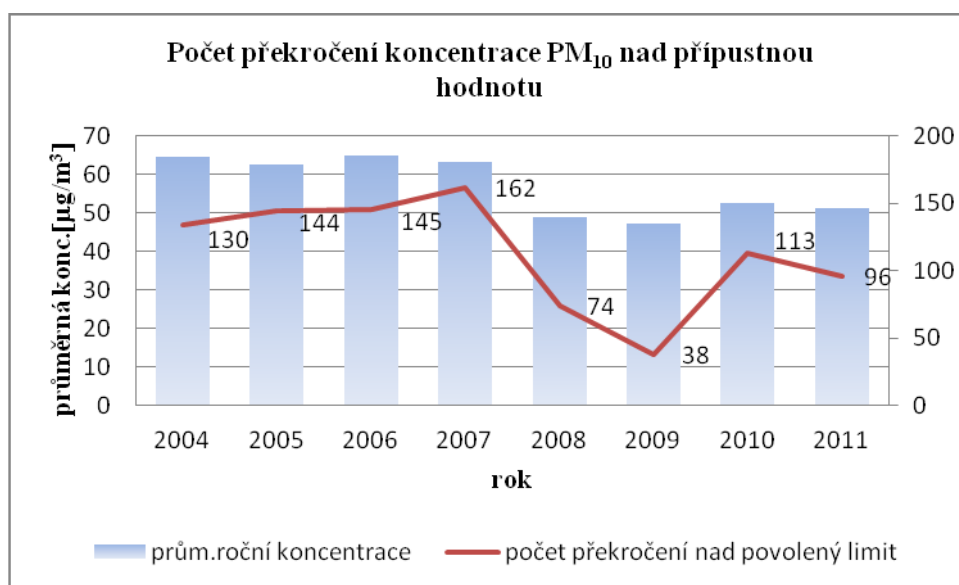


Graf 11 Radvanice: srovnání průměrných ročních koncentrací  $PM_{10}$  s ročním limitem





*Graf 12 Radvanice: srovnání průměrných koncentrací PM<sub>10</sub> v topné a netopné sezóně*



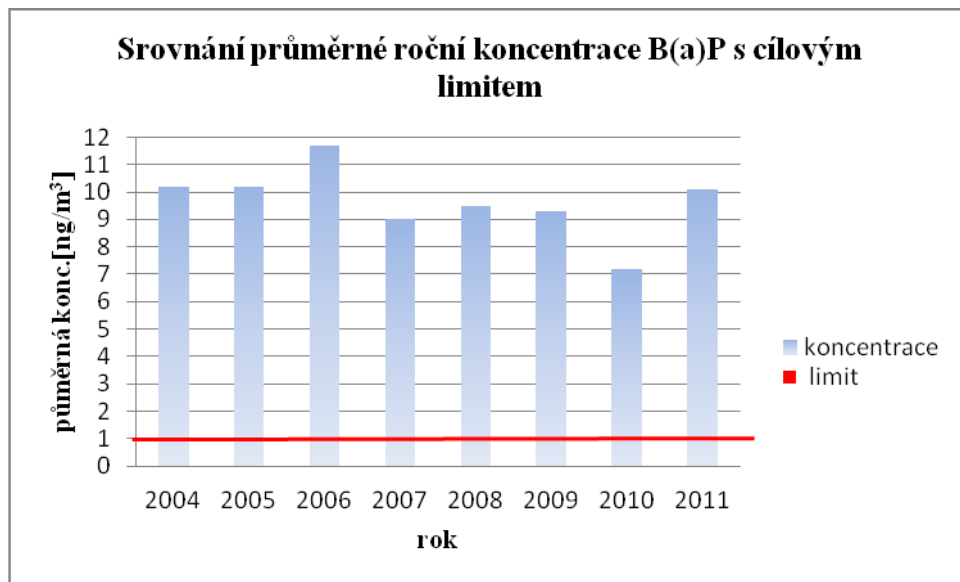
*Graf 13 Radvanice: počet překročení koncentrace PM<sub>10</sub> nad přípustnou hodnotu*

Průměrné roční koncentrace PM<sub>10</sub> v rozmezí let 2004-2011, uvedené v tabulce 9, se na monitorovací stanici v Ostravě-Radvanicích pohybovaly v rozmezí od 47,2 µg/m<sup>3</sup> do 64,5 µg/m<sup>3</sup>. V grafu 11 je jasně viditelné každoroční překročení ročního imisního limitu 40 µg/m<sup>3</sup>. Denní limit 50 µg/m<sup>3</sup>, byl nad rámec stanovený zákonem, překročen nejmenším počtem 38 x v roce 2009 a maximum překročení nastalo v roce 2007 počtem 162 x, jak je zřejmé z grafu 13. Nejvyšší maximální denní koncentrace 383,3 µg/m<sup>3</sup> byla

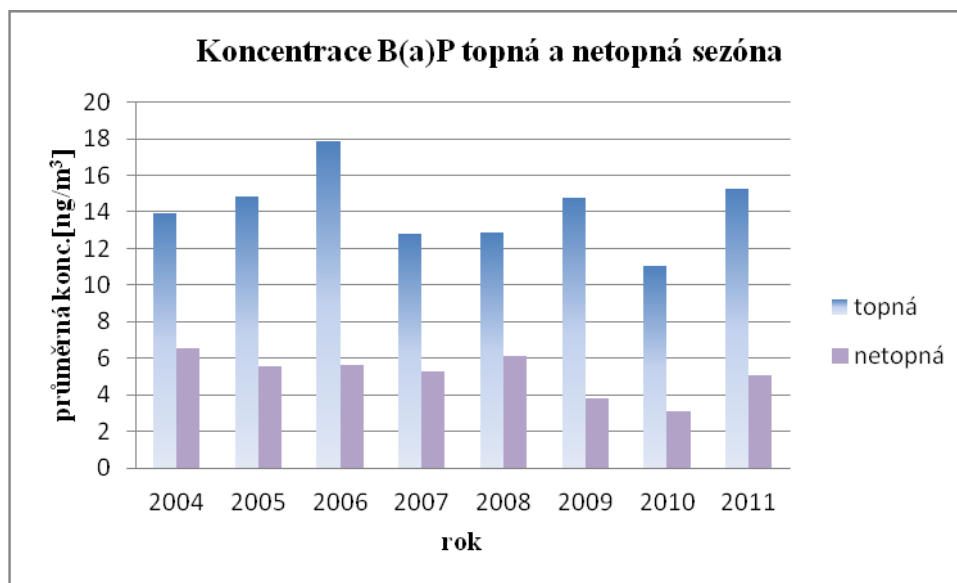
naměřena v roce 2010, nejnižší maximální denní koncentrace  $171 \mu\text{g}/\text{m}^3$  v roce 2008. Značné rozdíly v prašnosti jsou v grafu 12 patrné během topné a netopné sezóny. V topné sezóně docházelo opakovaně k překračování denního imisního limitu. Průměrné koncentrace v topné sezóně dosahovaly hladiny od  $54,75 \mu\text{g}/\text{m}^3$  do  $83,32 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Naopak v netopné sezóně se průměrné koncentrace pohybovaly od  $33 \mu\text{g}/\text{m}^3$  do  $56,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Tabulka 10 Vybrané imisní charakteristiky B(a)P Radvanice

	B(a)P Radvanice							
	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Aritmetický průměr [ $\text{ng}/\text{m}^3$ ]	10,2	10,2	11,7	9,0	9,5	9,3	7,2	10,1
Max.denní koncentrace [ $\text{ng}/\text{m}^3$ ]	29,6	51,8	63,4	26,4	92,0	54,0	38,0	54,0



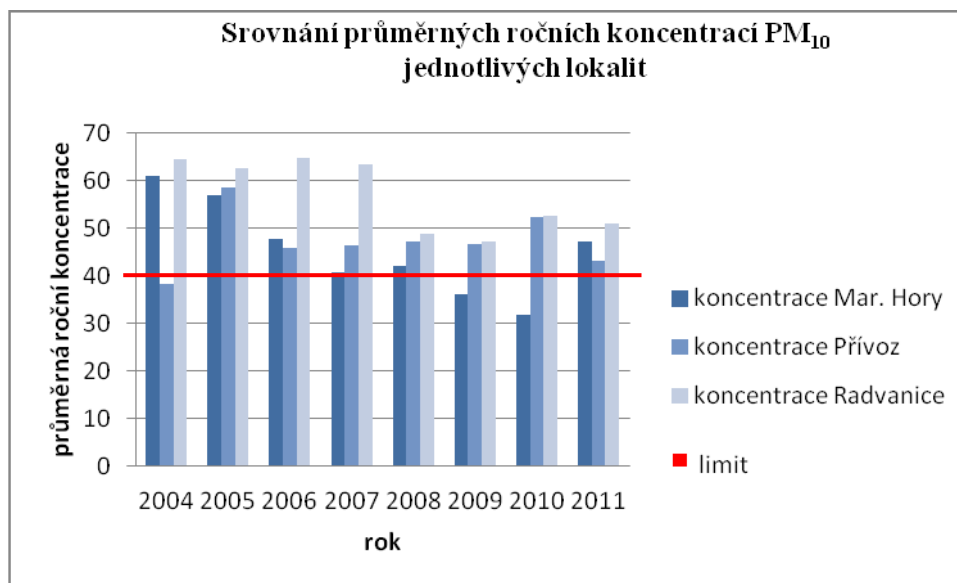
Graf 14 Radvanice: srovnání průměrné roční koncentrace B(a)P s cílovým limitem



*Graf 15 Radvanice: srovnání průměrných koncentrací B(a)P topné a netopné sezóně*

V tabulce 10 jsou uvedeny průměrné roční koncentrace B(a)P, které se pohybovaly v rozmezí od 7,2 ng/m<sup>3</sup> do 11,7 ng/m<sup>3</sup>. Podle grafu 14, byl ve všech sledovaných letech cílový imisní limit 1 ng/m<sup>3</sup> mnohonásobně překročen. Nejvyšší maximální denní koncentrace 92 ng/m<sup>3</sup> byla naměřena v roce 2008, nejnižší maximální denní koncentrace 26,4 ng/m<sup>3</sup> v roce 2007. Značné rozdíly v koncentraci B(a)P jsou patrné v grafu 15, během topné a netopné sezóny. Průměrné koncentrace v topné sezóně dosahovaly hladiny od 11,08 ng/m<sup>3</sup> do 17,86 ng/m<sup>3</sup>. Naopak v netopné sezóně se průměrné koncentrace pohybovaly od 3,07 ng/m<sup>3</sup> do 6,55 ng/m<sup>3</sup>.

V lokalitě Radvanic je překračování imisních limitů pravděpodobně způsobováno největší mírou emisemi z blízkého průmyslového komplexu ArcelorMittal Ostrava a.s., ale svůj podíl mohou mít také lokální topeniště, a to zejména v zimních měsících a dopravní emise.



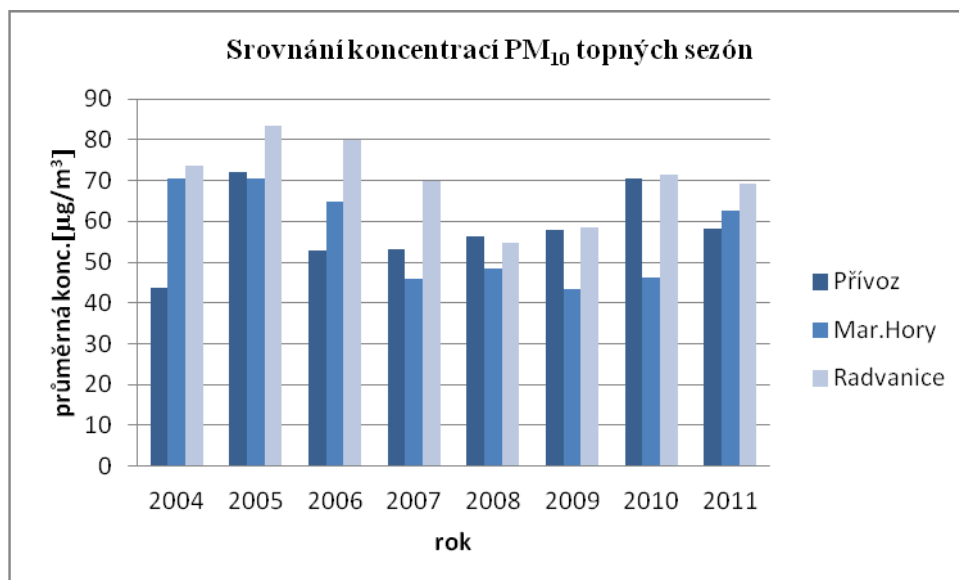
*Graf 16 Srovnání průměrných ročních koncentrací PM<sub>10</sub> jednotlivých lokalit*

Z výsledků koncentrací PM<sub>10</sub> pro všechny roky, znázorněné v grafu 16, lze zkonstatovat, že v lokalitě Radvanice dochází každoročně k překračování povoleného imisního limitu. V této lokalitě budou mít největší vliv na znečištění průmyslové zdroje z významných průmyslových areálů (významný vliv bude mít pravděpodobně ArcelorMittal Ostrava a.s.).

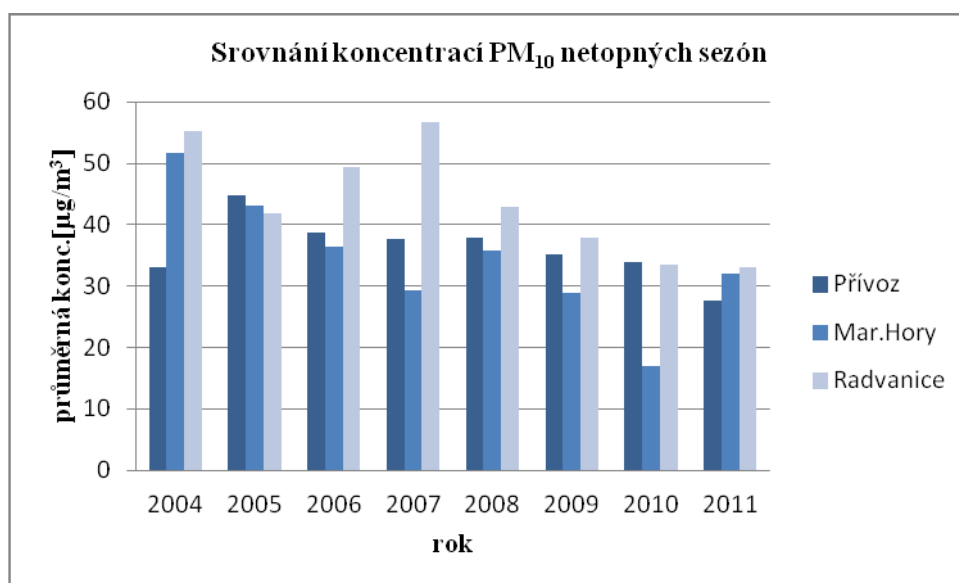
Koncentrace PM<sub>10</sub> v lokalitě Mariánské Hory měla od roku 2004 do 2010 klesající tendenci, průměrné roční koncentrace se pohybovaly od 61,08 µg/m<sup>3</sup> do 31,67 µg/m<sup>3</sup>. V roce 2011 byl zaznamenán opět nárůst koncentrace na 47,25 µg/m<sup>3</sup>. Lze předpokládat, že tento nárůst mohl být způsoben intenzivní sanací lagun ke konci tohoto roku.

Průměrné roční koncentrace se v lokalitě Přívoz pohybovaly od 38,4 µg/m<sup>3</sup> do 58,5 µg/m<sup>3</sup>. Povolený imisní limit byl překročen v letech 2005-2011. Tato lokalita je pravděpodobně negativně ovlivněna podnikem BorsodChem MCHZ,s.r.o. a koksovnou Svoboda.

Zhoršená imisní situace ve všech lokalitách je způsobena převážně kombinací vlivů průmyslových zdrojů, dopravy a lokálních topenišť.



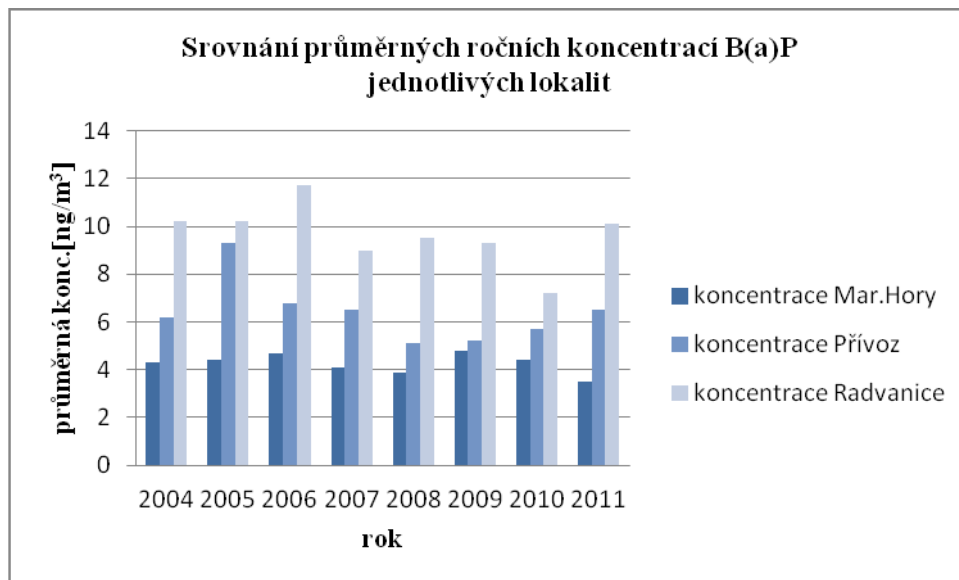
*Graf 17 Srovnání koncentrací PM<sub>10</sub> topných sezón jednotlivých lokalit*



*Graf 18 Srovnání koncentrací PM<sub>10</sub> netopných sezón jednotlivých lokalit*

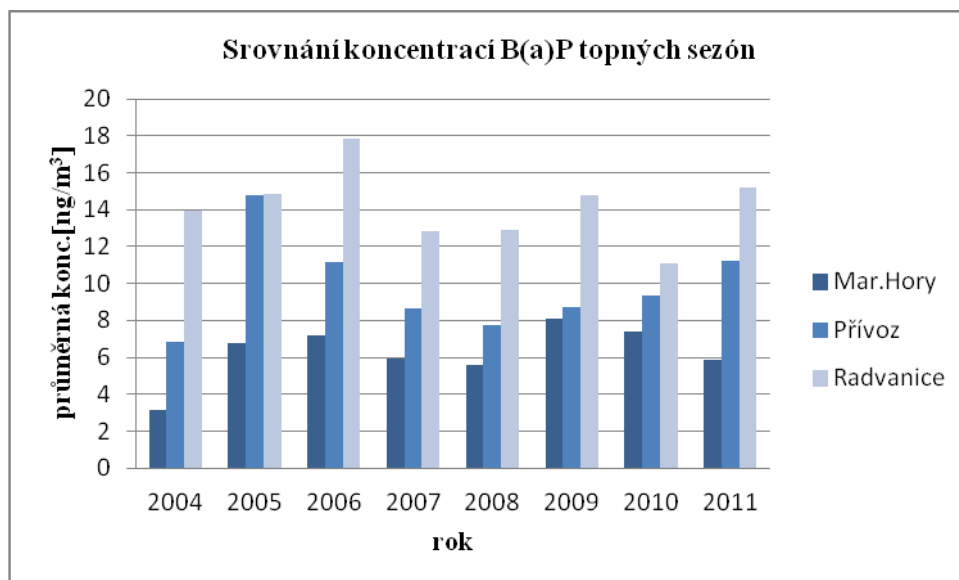
Z grafů 17 a 18 je jasně patrný vliv topné sezóny na koncentrace PM<sub>10</sub> a s tím spojený vliv rozptylových podmínek a lokálních topenišť. Nejvyšší koncentrace PM<sub>10</sub> v topných i netopných sezónách jsou opět v lokalitě Radvanice. Nejvyšší průměrná koncentrace PM<sub>10</sub> v Radvanicích v topné sezóně byla 83,32 µg/m<sup>3</sup> v roce 2005, nejnižší průměrná koncentrace v topné sezóně 54,75 µg/m<sup>3</sup> v roce 2008.

Nejnižší průměrná koncentrace v topné sezóně  $43,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$  byla v Mariánských Horách v roce 2009.

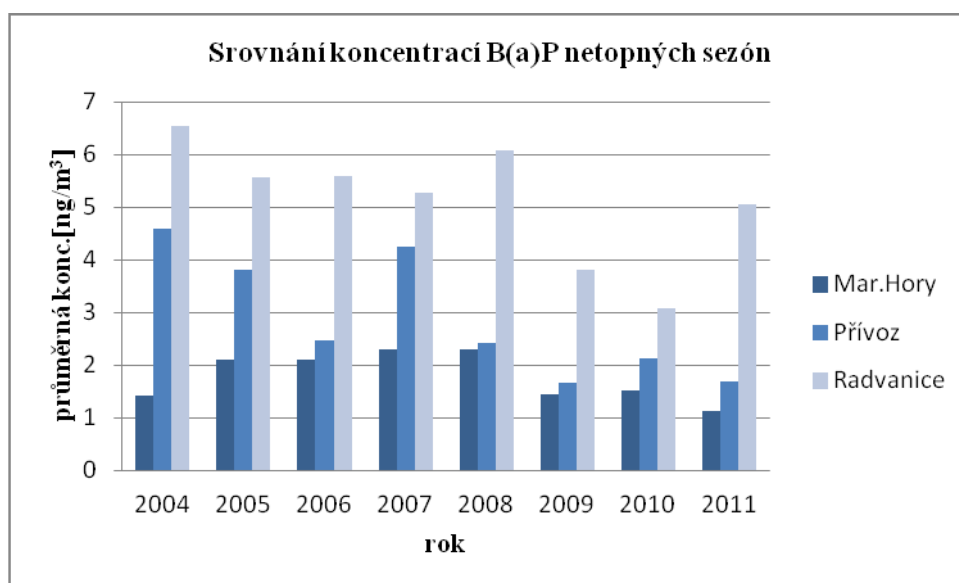


*Graf 19 Srovnání průměrných ročních koncentrací B(a)P jednotlivých lokalit*

Z výsledků koncentrací B(a)P pro všechny sledované roky vyplývá, že průměrné roční koncentrace B(a)P dosahují v obydlených oblastech města hodnot od  $3,5 \text{ ng}/\text{m}^3$  v Mariánských horách do  $11,7 \text{ ng}/\text{m}^3$  v Radvanicích. Cílový imisní limit  $1 \text{ ng}/\text{m}^3$  je dlouhodobě překračován. Jednoznačně dominantní vliv na imise B(a)P mají na území města průmyslové podniky. K nepříznivé imisní situaci také negativně přispívají neprůmyslové zdroje, a to především lokální topeniště.



*Graf 20 Srovnání koncentrací B(a)P topných sezón jednotlivých lokalit*



*Graf 21 Srovnání koncentrací B(a)P netopných sezón jednotlivých lokalit*

Podle jednotlivých grafů 20 a 21 je zřejmé, že pokles jednotlivých hodnot koncentrací B(a)P je markantní v netopné sezoně.

Nejvyšší průměrné koncentrace B(a)P a to jak v topné tak i v netopné sezoně jsou patrné v lokalitě Radvanice. Nejvyšší průměrná koncentrace B(a)P v topné sezoně byla 17,86 ng/m<sup>3</sup> v roce 2006, v netopné sezoně byla nejvyšší průměrná koncentrace 6,55 ng/m<sup>3</sup> v roce 2004.

## 7. Závěr

Hlavním cílem bakalářské práce bylo zhodnocení imisní koncentrace jednotlivých výsledků měření  $PM_{10}$  a B(a)P, naměřené na monitorovacích stanicích ZÚ.

V ovzduší Ostravska je prioritním problémem prašnost a vysoká koncentrace B(a)P. Hodnocení imisní koncentrace vychází z porovnání výsledků měření s limitními hodnotami pro posuzované noxy dle legislativy platné v ČR. Průměrné roční koncentrace v jednotlivých monitorovacích stanicích jsou ovlivněny průmyslem, dopravou, lokálními topeništi a meteorologickými podmínkami.

Srovnáním průměrných ročních koncentrací  $PM_{10}$  na měřicí stanici v Ostravě-Mariánských Horách lze vidět sestupnou tendenci až do roku 2010. Hodnoty v této lokalitě patří v období sledovaných let většinou k nejnižším vzhledem k měřicím stanicím v Přívoze a Radvanicích.

Hodnoty koncentrací  $PM_{10}$  na měřicí stanici v Ostravě-Přívoze jsou v celém sledovaném období kolísající, nicméně se s výjimkou roku 2004 pohybují v nadlimitních hodnotách.

Hodnoty koncentrací  $PM_{10}$  v Ostravě-Radvanicích jsou trvale překračovány. V letech 2008-2009 dochází k mírnému poklesu, přesto jsou hodnoty trvale nadlimitní.

Koncentrace B(a)P jsou na všech měřicích stanicích, ve všech posuzovaných letech nad hodnotou cílového imisního limitu, nejvyšší koncentrace jsou měřeny v Radvanicích, naopak nejnižší v Mariánských Horách.

Z trvale překračujících hodnot koncentrací  $PM_{10}$  se dají předpokládat negativní zdravotní účinky na populaci a to jak akutní tak chronické. Působením částic prachu může docházet k dráždění dýchacích cest, jež se projevují kašlem a ztíženým dýcháním. Opakovaným onemocněním dochází ke snížení imunity, která může vést až k astmatickým a kardiovaskulárním obtížím. Dlouhodobé působení částic způsobuje chronické potíže nebo může vést ke snížení délky života.

Negativní zdravotní účinky B(a)P jsou dlouhodobé a pro obyvatele představují zvýšené karcinogenní, mutagenní a teratogenní riziko.



## 8. Seznam použité literatury

- [1]BEDNÁŘOVÁ, Z.: *Retrospektivní hodnocení zdravotních rizik plynoucích z přítomnosti polutantů v životním prostředí*. Brno, 2007. [cit. 2012-03-23] Dostupné z: [http://is.muni.cz/th/85050/prif\\_m/dipl\\_27\\_5.pdf](http://is.muni.cz/th/85050/prif_m/dipl_27_5.pdf). Masarykova univerzita v Brně.
- [2]BÍLEK, J. et al.: *Zdravotního stav obyvatelstva a stav životního prostředí v Ostravsko - karvinské oblasti*. Ostrava, 2005.
- [3]BLAŽEK, Z.; ČERNIKOVSKÝ, L.; KREJČÍ, B.; VOLNÁ, V.: Znečištění ovzduší suspendovanými částicemi v oblasti Ostravsko-Karvinska. Sborník prací ČHMÚ, 2008. sv. 53. 76 s. 200 výt. ISBN 978-80-86690-53-7.
- [4]FARA, M.; FIALA, J.; MACHÁLEK, P.: *Integrované hodnocení a řízení kvality ovzduší v návaznosti na dceřiné směrnice týkající se TK, PAHs, PM10 a benzenu: Emise tuhých znečišťujících látek*. Praha: Český hydrometeorologický ústav, 2003 [cit. 2012-04-19]. Dostupné z: [http://old.chmi.cz/uoco/prj/vav\\_740\\_3\\_02/dp1dod.pdf](http://old.chmi.cz/uoco/prj/vav_740_3_02/dp1dod.pdf)
- [5]FIALA, J. et al.: Tabelární ročenka 2001. Český hydrometeorologický ústav [online]. 2002 [cit. 2012-04-26]. Dostupné z: [http://portal.chmi.cz/files/portal/docs/uoco/isko/tab\\_roc/2001\\_enh/CZE/kap\\_01/komentar\\_1\\_1.html](http://portal.chmi.cz/files/portal/docs/uoco/isko/tab_roc/2001_enh/CZE/kap_01/komentar_1_1.html)
- [6]Charakteristika rizika. GENASIS [online]. 2010 [cit. 2012-03-19]. Dostupné z: (<http://www.genasis.cz/ru-charakteristikarizika-charakter/>)
- [7]Informace o kvalitě ovzduší v ČR: Seznam lokalit, kde se měří znečištění ovzduší. Český hydrometeorologický ústav [online]. 2012 [cit. 2012-04-26]. Dostupné z: [http://www.chmi.cz/files/portal/docs/uoco/web\\_generator/locality/pollution\\_locality/region\\_2744\\_CZ.html](http://www.chmi.cz/files/portal/docs/uoco/web_generator/locality/pollution_locality/region_2744_CZ.html)
- [8]KAZMAROVÁ, H.: Hodnocení zdravotních rizik ze znečištěného ovzduší v roce 2007. In: [online]. 2008 [cit. 2012-04-25]. Dostupné z: [http://www.szu.cz/uploads/documents/chzp/ovzdusi/dokumenty\\_zdravi/cr\\_rizika\\_ovzdusi\\_2007.pdf](http://www.szu.cz/uploads/documents/chzp/ovzdusi/dokumenty_zdravi/cr_rizika_ovzdusi_2007.pdf)

- [9]KAZMAROVÁ, H., KOTLÍK, B.: *Suspendované částice (aerosol)*. 2005, 8 s. [cit. 2012-03-22]. Dostupné z: [http://www.szu.cz/uploads/documents/chzp/ovzdusi/dokumenty\\_zdravi/susp\\_castice.pdf](http://www.szu.cz/uploads/documents/chzp/ovzdusi/dokumenty_zdravi/susp_castice.pdf)
- [10]KAZMAROVÁ, H.: *Odhad zdravotních rizik ze znečištění ovzduší: Česká republika-rok 2010*. 2010, 19 s. [cit. 2012-03-22]. Dostupné z: [http://www.szu.cz/uploads/documents/chzp/ovzdusi/dokumenty\\_zdravi/rizika\\_CRi\\_2010.pdf](http://www.szu.cz/uploads/documents/chzp/ovzdusi/dokumenty_zdravi/rizika_CRi_2010.pdf)
- [11]KAZMAROVÁ, H.: *Ovzduší a zdraví*. 2009, 49 s. [cit. 2012-03-22]. Dostupné z: [http://www.szu.cz/uploads/documents/chzp/ovzdusi/konz\\_dny\\_a\\_seminare/2009/03\\_ovzdusi\\_a\\_zdravi.pdf](http://www.szu.cz/uploads/documents/chzp/ovzdusi/konz_dny_a_seminare/2009/03_ovzdusi_a_zdravi.pdf)
- [12]KAZMAROVÁ, H.; KOTLÍK, B.: *Suspendované částice (aerosol)*. 2005, 8 s. [cit. 2012-03-22]. Dostupné z: [http://www.szu.cz/uploads/documents/chzp/ovzdusi/dokumenty\\_zdravi/susp\\_castice.pdf](http://www.szu.cz/uploads/documents/chzp/ovzdusi/dokumenty_zdravi/susp_castice.pdf)
- [13]KAZMAROVÁ, H.; KOTLÍK, B.; MIKEŠOVÁ, M.; VELICKÁ, H.; VRBÍKOVÁ, V.; LAŇKOVÁ, I.; MOCOVAR, M.: *Zdravotní důsledky a rizika znečištění ovzduší*. 1. vyd. Praha: SZÚ, 2010. ISBN 978-80-7071-118-3. [cit. 2012-03-22]. Dostupné z: [http://www.szu.cz/uploads/documents/chzp/odborne\\_zpravy/OZ\\_10/ovzdusi\\_2010.pdf](http://www.szu.cz/uploads/documents/chzp/odborne_zpravy/OZ_10/ovzdusi_2010.pdf)
- [14]KOTLÍK, B.; KAZMAROVÁ, H.; PUKLOVÁ, V.: Expozice obyvatel suspendovaným částicím. *Státní zdravotní ústav* [online]. Praha, 23. září 2009 [cit. 2012-03-15]. Dostupné z: <http://www.szu.cz/tema/zivotni-prostredi/expozice-obyvatel-suspendovany-m-casticim-ve-venkovnim-1?highlightWords=expozice+obyvatel>
- [15]KOTLÍK, B.: Index kvality ovzduší [online]. Seminář Supra Solidam Petram, Centrum udržitelného rozvoje, Praha, 2001, 27.3. [cit. 2012-04-23]. Dostupné z [www: http://www.czp.cuni.cz/vzdel/petram/prispevky/IKO.htm](http://www.czp.cuni.cz/vzdel/petram/prispevky/IKO.htm)
- [16]KOTYZA, T.; BRUŠTÍK, M.: Krajský program snižování emisí Moravskoslezského kraje. *Informační systém životního prostředí* [online]. 2010 [cit. 2012-04-19]. Dostupné z: <http://iszp.kr-moravskoslezsky.cz/assets/ovzdusi/Koncepce/kpse-msk---aktualizace-10-1-2011.pdf>

- [17]LEIL, Ahmad Abu.: *Soudní ochrana životního prostředí*. Brno, 2007. [cit. 2012-03-15]. Dostupné z: [http://is.muni.cz/th/68269/pravf\\_m/DP.txt](http://is.muni.cz/th/68269/pravf_m/DP.txt). Diplomová. Masarykova univerzita v Brně.
- [18]LORENČUKOVÁ, R.: *Ochrana ovzduší v České republice a v Evropské unii*. Ostrava, 2010. Vysoká škola báňská - Technická univerzita Ostrava. Vedoucí práce Ing. Marcela Šimíčková, CSc.
- [19]MAZNOVÁ, J.; HŮNOVÁ, I.; VLČEK, O.; HNILICOVÁ, H.: Zlepšení metod hodnocení znečištění ovzduší částicemi PM<sub>10</sub> na území České. *Ochrana ovzduší*. 2009, č. 2, s. 3-9.
- [20]MORÁVEK, J.: Legislativní úprava sledování kvality ovzduší v ČR. In: *Ovzduší 2007*. 1. vyd. Průhonice: Botanický ústav AV ČR, 2007, s. 21-25. ISBN 978-80-86188-25-6.
- [21]Měřicí stanice. *Informační monitorovací systém průmyslového znečištění v Moravskoslezském kraji* [online]. 2010 [cit. 2012-03-11]. Dostupné z: <http://www.ims-msk.cz/merici-stanice/lokace/22>
- [22]OSTATNICKÁ, J.; NOVÁK, V.: Monitorovací síť znečištění ovzduší, stanovení případů překročení horních a dolních pro posuzování. In: *Ovzduší 2007*. 1. vyd. Průhonice: Botanický ústav AV ČR, 2007, s. 59-62. ISBN 978-80-86188-25-6.
- [23]OSTATNICKÁ, J. et al., Přehled vyobrazení. *Český hydrometeorologický ústav* [online]. 2011 [cit. 2012-04-19]. Dostupné z: <http://www.chmi.cz/files/portal/docs/uoco/isko/grafroc/groc/gr10cz/png/oII43x1zdrLV.png>
- [24]OSTATNICKÁ, J. et al.: Klasifikace stanic podle EoI. *Český hydrometeorologický ústav* [online]. 2011 [cit. 2012-04-19]. Dostupné z: <http://www.chmi.cz/files/portal/docs/uoco/isko/grafroc/groc/gr10cz/tab/t216.html>
- [25]PLACHÝ, V.; JAROŠOVÁ, N.; SKŘÍČKOVÁ, M.; PELIKÁNOVÁ, D.; ZÁVADSKÝ, M.: *Krajský program snižování emisí Moravskoslezského kraje - hodnocení SEA*. Hradec Králové, 2009 [cit. 2012-03-16]. Dostupné z: <http://eia.cenia.cz/sea/koncepce/detail.php?id=MZP095K>

- [26]Polétavý prach. *Irz.cz* [online]. 2006 [cit. 2012-04-24]. Dostupné z: [http://www.irz.cz/repository/latky/poletavy\\_prach.pdf](http://www.irz.cz/repository/latky/poletavy_prach.pdf)
- [27]Polycyklické aromatické uhlovodíky (PAU). *Irz.cz* [online]. 15.9.2006 [cit. 2012-03-23]. Dostupné z: [http://www.irz.cz/repository/latky/polycyklicke\\_aromaticke\\_uhlovodiky.pdf](http://www.irz.cz/repository/latky/polycyklicke_aromaticke_uhlovodiky.pdf)
- [28]PROVAZNÍK, K.; KOMÁREK, L.: *Manuál prevence v lékařské praxi: Základy hodnocení zdravotních rizik* [online]. Fortuna, 2005 [cit. 2012-04-26]. ISBN 80-7168-942-4. Dostupné z: <http://www.szu.cz/uploads/documents/czzp/manual/Manual%20souhrn-7.pdf>
- [29]Přehled stavu ovzduší: Index kvality ovzduší. *Český hydrometeorologický ústav* [online]. 2012 [cit. 2012-04-26]. Dostupné z: [http://www.chmi.cz/portal/dt?portal\\_lang=cs&menu=JSPTabContainer/P10\\_0\\_Aktualni\\_situace/P10\\_3\\_Ovzdusi&last=false](http://www.chmi.cz/portal/dt?portal_lang=cs&menu=JSPTabContainer/P10_0_Aktualni_situace/P10_3_Ovzdusi&last=false)
- [30]Rada kraje schválila krajský regulační řád. *Moravskoslezský kraj Informační systém životního prostředí* [online]. 2010 [cit. 2012-03-19]. Dostupné z: <http://iszp.kr-moravskoslezsky.cz/cz/rada-kraje-schvalila-krajsky-regulacni-rad-8925>
- [31]Sítě měřicích míst - 2010. *Český hydrometeorologický ústav* [online]. 2011 [cit. 2012-04-19]. Dostupné z: [http://portal.chmi.cz/files/portal/docs/uoco/isko/tab\\_roc/2010\\_enh/cze/pdf/map.pdf](http://portal.chmi.cz/files/portal/docs/uoco/isko/tab_roc/2010_enh/cze/pdf/map.pdf)
- [32]ŠEBÁKOVÁ, H. et al.: *Expozice PAU-zdravotní rizika. Krajská hygienická stanice: Moravskoslezského kraje se sídlem v Ostravě* [online]. 2012 [cit. 2012-04-25]. Dostupné z: [http://www.khsova.cz/01\\_aktuality/files/ovzdusi\\_20120402.pdf](http://www.khsova.cz/01_aktuality/files/ovzdusi_20120402.pdf)
- [33]ŠERÝ, F.: *Endokrinní disruptory*. Brno, 2011 [cit. 2012-04-19]. Dostupné z: [http://is.muni.cz/th/310103/lf\\_b/Endokrinní\\_disruptory.pdf](http://is.muni.cz/th/310103/lf_b/Endokrinní_disruptory.pdf). Masarykova univerzita v Brně. Vedoucí práce prof. MUDr. Drahošlava Hrubá, CSc.
- [34]VÁŇA, M; PEKÁREK, J; ČECH, J; HORÁLEK, J ; RYCHLÍK, Š; HNILICOVÁ, H.: Trendy suspendovaných částic ovzduší v České republice. In: *Ovzduší 2007*. 1. vyd. Průhonice: Botanický ústav AV ČR, 2007, s. 45-49. ISBN 978-80-86188-25-6.

[35]Věstník právních předpisů MSK: Nařízení Moravskoslezského kraje, kterým se vydává Krajský integrovaný program ke zlepšení kvality ovzduší Moravskoslezského kraje. 1/2009. [cit. 2012-03-22]. Dostupné z: <http://ftp.aspi.cz/opispdf/kraje/2009/km01-09.pdf>

[36]Vymezení oblastí se zhoršenou kvalitou ovzduší. *Ministerstvo životního prostředí* [online]. 2012 [cit. 2012-04-26]. Dostupné z: [http://www.mzp.cz/cz/vymezeni\\_oblasti](http://www.mzp.cz/cz/vymezeni_oblasti)

[37]Znečištění venkovního ovzduší prachem (prašný aerosol PM<sub>10</sub>). In: *Krajská hygienická stanice: Moravskoslezského kraje se sídlem v Ostravě* [online]. 23. ledna 2006 [cit. 2012-03-16].

Dostupné z: [http://www.khsova.cz/01\\_aktuality/znecesteni\\_ovzdusi\\_prachem.php?datum=2006-01-23](http://www.khsova.cz/01_aktuality/znecesteni_ovzdusi_prachem.php?datum=2006-01-23)

### **Zákony, nařízení a vyhlášky**

[1]Zákon č.258/2000 Sb., o ochraně veřejného zdraví a o změně některých souvisejících zákonů.

[2]Zákon č.76/2002 Sb. o integrované prevenci a o omezování znečištění, o integrovaném registru znečišťování a o změně některých zákonů (zákon o integrované prevenci).

[3]Zákon č.86/2002 Sb. o ochraně ovzduší a o změně některých dalších zákonů (zákon o ochraně ovzduší).

[4]Zákona č.25/2008 Sb., o integrovaném registru znečišťování životního prostředí a integrovaném systému plnění ohlašovacích povinností v oblasti životního prostředí a o změně některých zákonů.

[5]Nařízení č.597/2006 Sb. Nařízení vlády o sledování a vyhodnocování kvality ovzduší.

[6]Vyhláška 373/2009Sb. kterou se stanoví hodnoty zvláštních imisních limitů znečišťujících látek, ústřední regulační řád a způsob jeho provozování včetně seznamu stacionárních zdrojů podléhajících regulaci, zásady pro vypracování a provozování krajských a místních regulačních řádů a způsob a rozsah zpřístupňování informací o úrovni znečištění ovzduší veřejnosti.

## Seznam obrázků

Obrázek 1	Výmezení zón a aglomerací v ČR .....	11
Obrázek 2	Mapa s vyznačením oblastí se zhoršenou kvalitou ovzduší vzhledem k imisním limitům pro ochranu zdraví, 2010 .....	13
Obrázek 3	Zastoupení jednotlivých hlavních složek .....	14
Obrázek 4	Mapa Index kvality ovzduší.....	19
Obrázek 5	Stacionární a mobilní měřicí stanice MS kraje .....	22

## Seznam tabulek

Tabulka 1	Imisní limit pro $PM_{10}$ dle NV č.597/2006Sb. ....	10
Tabulka 2	Cílový imisní limit pro $B(a)P$ dle NV č.597/2006Sb. ....	10
Tabulka 3	Klasifikace stanic dle $EoI$ .....	21
Tabulka 4	Základní informace o monitorovacích stanicích.....	22
Tabulka 5	Výbrané imisní charakteristiky $PM_{10}$ Mariánské Hory .....	23
Tabulka 6	Výbrané imisní charakteristiky $B(a)P$ Mariánské Hory .....	25
Tabulka 7	Výbrané imisní charakteristiky $PM_{10}$ Přívoz.....	27
Tabulka 8	Výbrané imisní charakteristiky $B(a)P$ Přívoz .....	29
Tabulka 9	Výbrané imisní charakteristiky $PM_{10}$ Radvanice.....	31
Tabulka 10	Výbrané imisní charakteristiky $B(a)P$ Radvanice .....	33

## Seznam grafů

Graf 1	Mar. Hory: srovnání průměrných ročních koncentrací $PM_{10}$ s ročním limitem .....	23
Graf 2	Mar. Hory: srovnání průměrných koncentrací $PM_{10}$ v topné a netopné sezóně .....	24
Graf 3	Mar. Hory: počet překročení koncentrace $PM_{10}$ nad přípustnou hodnotu .....	24
Graf 4	Mar. Hory: srovnání průměrných ročních koncentrací $B(a)P$ s cílovým limitem ....	25
Graf 5	Mar. Hory: srovnání koncentrací $B(a)P$ v topné a netopné sezóně.....	26
Graf 6	Přívoz: srovnání průměrných ročních koncentrací $PM_{10}$ s ročním limitem .....	27
Graf 7	Přívoz: srovnání průměrných koncentrací $PM_{10}$ v topné a netopné sezóně .....	28
Graf 8	Přívoz: počet překročení koncentrace $PM_{10}$ nad přípustnou hodnotu .....	28
Graf 9	Přívoz: srovnání průměrné roční koncentrace $B(a)P$ s cílovým limitem.....	29
Graf 10	Přívoz: srovnání průměrných koncentrací $B(a)P$ v topné a netopné sezóně .....	30

Graf 11 <i>Radvanice: srovnání průměrných ročních koncentrací <math>PM_{10}</math> s ročním limitem</i> ....	31
Graf 12 <i>Radvanice: srovnání průměrných koncentrací <math>PM_{10}</math> v topné a netopné sezóně</i> ....	32
Graf 13 <i>Radvanice: počet překročení koncentrace <math>PM_{10}</math> nad přípustnou hodnotu</i> .....	32
Graf 14 <i>Radvanice: srovnání průměrné roční koncentrace <math>B(a)P</math> s cílovým limitem</i> .....	33
Graf 15 <i>Radvanice: srovnání průměrných koncentrací <math>B(a)P</math> topné a netopné sezóně</i> .....	34
Graf 16 <i>Srovnání průměrných ročních koncentrací <math>PM_{10}</math> jednotlivých lokalit</i> .....	35
Graf 17 <i>Srovnání koncentrací <math>PM_{10}</math> topných sezón jednotlivých lokalit</i> .....	36
Graf 18 <i>Srovnání koncentrací <math>PM_{10}</math> netopných sezón jednotlivých lokalit</i> .....	36
Graf 19 <i>Srovnání průměrných ročních koncentrací <math>B(a)P</math> jednotlivých lokalit</i> .....	37
Graf 20 <i>Srovnání koncentrací <math>B(a)P</math> topných sezón jednotlivých lokalit</i> .....	38
Graf 21 <i>Srovnání koncentrací <math>B(a)P</math> netopných sezón jednotlivých lokalit</i> .....	38